



B&B
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija
Program: Promet
Logistika

**IZBOLJŠAVA SISTEMA KOMUNIKACIJE V
OPERATIVNIH SLUŽBAH PODJETJA
AERODROM LJUBLJANA, d. d.**

Mentor: Mihael Bešter, univ. dipl. inž. prom.
Lektorica: Živa Švigelj

Kandidat: Matija Perovic

Kranj, oktober 2009

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju Mihaelu Beštru za strokoven pristop, zaradi katerega mi je bilo pisanje diplomske naloge v veselje.

Zahvaljujem se sestri Živi Švigelj, ki mi je lektorirala diplomsko nalogo.

Zahvala tudi prijatelju in sošolcu Primožu, da je bil študij lažji in zabavnejši.

Hvala tudi vsem, ki so mi stali ob strani.

IZJAVA

»Študent Matija Perovic izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom Mihaela Beštra, univ. dipl. inž. prom.«

»Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.«

Dne 16. decembra 2009

Podpis: _____

POVZETEK

V diplomski nalogi smo predstavili delovanje oz. potek informacij v operativnih službah Aerodroma Ljubljana, d. d. Podjetje nastopa kot upravljavec Letališča Jožeta Pučnika in za zdaj edini ponudnik oskrbe potnikov in letal.

V oskrbi letal, kamor je zajeta tudi oskrba potnikov, prtljage in tovora, se prepleta več služb, ki imajo jasno opredeljene dela in naloge. Nujno za nemoten potek prometa pa je, da službe delujejo povezano in usklajeno. Skupen cilj vsem zaposlenim na letališču je varen in pravočasen odhod letala.

Zaradi povečanja prometa v zadnjih letih in rasti, ki se pričakuje v prihodnje, je kljub razvoju letališča komunikacijski sistem zastarel. Večina komunikacije med operativnimi službami še vedno poteka po analognih radijskih zvezah, ki so močno omejene glede načina in količine pretoka informacij. Menimo, da je potreben razvoj na tem področju in po raziskavi štirih sodobnejših možnosti smo se odločili za WLAN brezžično omrežje kot najbolj smiselno. Finančni vložek v takšen sistem pomeni večjo naložbo kot morda v kateri drug sistem, vendar dolgoročno dopušča največ možnosti za razvoj in največjo možno neodvisnost od zunanjih partnerjev.

KLJUČNE BESEDE

- koordinator prometa
- kontrolor oskrbe letal
- informacijski sistem FIDS
- brezžično omrežje WLAN
- analogne radijske zveze

ABSTRACT

We have presented the flow of information in all operational departments of the Company Aerodrom Ljubljana d. d. In the diploma work The Company acts in two functions; as an operator (Airport Authority) operating Ljubljana Jože Pučnik Airport and the second function is that of the Handling Agent, currently the only provider of ground handling services.

There are several services involved in the aircraft handling process among them; passenger handling service, cargo and mail service, baggage service etc... and each of them has its own duties and purpose. It is necessary that all services, handling agent department and all other departments involved in ground handling process interact and coordinate. The joint mission of all services and departments is that an aircraft should depart safely and on time.

Due to the increase and growth of traffic in the last past years and probably in the future, the major problem became the communication system which is out of date and cannot cope with the progress in development of our airport terminal, apron and other facilities. Most of the communication among the operational services, still takes place by analogue radio stations that are largely limited in process and flow of information.

We estimate that a development in this area and after a research made out of four other options WLAN (wireless network) makes the best choice. Financial investment in such a system is higher than perhaps in any other system, but in the long term period, it presents a maximum potential for development and the greatest possible independence from external partners.

KEYWORDS

- Apron traffic coordination
- Handling agent
- Flight information display system (FIDS)
- Wireless network
- Analog radio station

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	PREDSTAVITEV PROBLEMA	1
1.2	PREDSTAVITEV PODJETJA	1
1.3	OMEJITVE	2
1.4	METODE DELA	2
2	PREDSTAVITEV PODJETJA AERODROM LJUBLJANA, D. D. IN OPERATIVNIH SLUŽB	3
2.1	POVEZANOST OPERATIVNIH SLUŽB	3
2.2	KOORDINACIJA PROMETA	4
2.3	SLUŽBA ZA OSKRBO LETAL	4
2.4	SLUŽBA ZA OSKRBO POTNIKOV	4
2.5	TEHNIČNO-GASILSKA SLUŽBA	5
2.6	SLUŽBA SPLOŠNEGA LETALSTVA	5
2.7	ZUNANJI PARTNERJI	5
3	OBSTOJEČE STANJE KOMUNIKACIJE IN PROBLEMATIKA	7
3.1	OPIS POTEKA KOMUNIKACIJE MED SLUŽBAMI	7
3.2	KRITIČNA ANALIZA STANJA KOMUNIKACIJE	13
4	MOŽNE IZBOLJŠAVE	16
4.1	SISTEM RADIJSKIH ZVEZ TETRA	16
4.2	SISTEM RADIJSKIH ZVEZ DMR	19
4.3	MOBILE WAN	21
4.4	WLAN BREZŽIČNO OMREŽJE	22
5	ŠTUDIJA UPRAVIČENOSTI UVEDBE NOVEGA SISTEMA ZA KOMUNIKACIJO	28
6	SKLEPI	30
	LITERATURA IN VIRI	32
	KAZALO SLIK	33
	POJMOVNIK	34
	KRATICE	34

1 UVOD

1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

V diplomski nalogi bomo predstavili problematiko, s katero se srečujejo v podjetju Aerodrom Ljubljana, d. d., zaradi strmega razvoja letalskega prometa v svetu in posledično v Sloveniji.

Del podjetja obsegajo operativne službe, ki tesno sodelujejo, saj posamezna služba zaradi preobsežnosti in raznovrstnosti ne zmore opraviti vseh postopkov pri sprejemu in odpravi letal. Pred leti so z razvojem tehnologije telefonske povezave nadomestile radijske postaje, teleks je bil nadomeščen z računalniško opremo, vse pa je pospešil razvoj svetovnega spleta. Danes je praktično nemogoče slediti vsakodnevni razvoju, vendar se je zaradi obsežnosti dela zmanjšala učinkovitost pri komunikaciji med posameznimi službami. Zato se nam zdi, da bi bilo treba razmisliti o posodobitvi komunikacijskega sistema oz. sistema za prenos informacij.

Predstavili bomo posamezne operativne službe, njihova dela in naloge, analizirali komunikacijsko povezanost in obravnavali možne rešitve pri komunikaciji med službami, ki sodelujejo pri sprejemu in odpravi letal na Letališču Jožeta Pučnika Ljubljana.

Kot optimalno rešitev, ki omogoča poznejšo nadgradnjo, predvsem pa še boljši izkoristek, vidimo v vzpostavitvi brezžičnega omrežja za potrebe obratovanja na letališki ploščadi. Brezžično omrežje (WLAN) je podjetje Aerodrom Ljubljana, d. d. vzpostavilo že v potniški stavbi, saj so želeli ponuditi potnikom več, predvsem pa možnost uporabe spletne povezave kadarkoli in kjerkoli na letališču. Vendar je to omrežje namenjeno javni uporabi in je omejeno na potniški terminal, saj vzpostavitev tovrstnega omrežja na letališki ploščadi zahteva popolnoma drugačen pristop.

Zaradi objektivnosti raziskave smo primerjali še dve drugi rešitvi, ki bi izboljšali oz. odpravili problematiko.

1.2 PREDSTAVITEV PODJETJA

Letališče Ljubljana se je s prvotne lokacije preselilo na današnje leta 1963. V času političnih sprememb po letu 1991 se je podjetje Aerodrom Ljubljana oblikovalo v delniško družbo, ki jo danes vodi dvočlanska uprava. Leta 2007 je vodstvo ob občutnem povečanju letališke infrastrukture in spremembi tehnologije dela letališče poimenovalo. Pred tem se je pojavljalo kot letališče Brnik, ljubljansko letališče itd. Od julija 2007 pa nosi ime Letališče Jožeta Pučnika. Podjetje Aerodrom Ljubljana, d. d. je ostalo upravljavec letališča in nudi celotne storitve na področju sprejema in odprave letal ter potnikov. Podjetje kot upravljavec je dolžno skrbeti za razvoj infrastrukture, vzdrževanje le-te in posodabljanje glede na potrebe prometa.

V podjetju je zaposlenih približno 420 ljudi, od tega približno 350 v operativnih službah.

1.3 OMEJITVE

Glede na trenutni razvoj letalskega prometa, predpostavljamo, da bo podjetje iskalo rešitve za izboljšanje ponudbe in samega dela. Zaradi poznavanja letaliških služb in problematike bomo predstavili po našem mnenju dolgoročno optimalno rešitev. Omejitev za izdelavo diplomske naloge praktično ni, saj tudi podjetje samo išče rešitve na predstavljenem področju in pričakujemo, da bo diplomska naloga pozitiven prispevek k razvoju. Sodelovali smo z vpletenimi v podjetju, ki iščejo rešitve. Omejitev je bila le v tem, da zaradi varovanja poslovnih skrivnosti ni možno predstaviti ponudnikov za nakup opreme in njihovih finančnih ponudb. Pri finančni predstavitvi smo uporabili okvirne izračune, ki so dovolj natančni za analizo.

1.4 METODE DELA

- analitična metoda – razčlenili smo celoten informacijski sistem v posamezne službe, kakšno nalogo imajo in katere podatke potrebujejo
- komparativna metoda – primerjali smo komunikacijo po analognih postajah in digitalno komunikacijo z brezžičnim omrežjem
- metoda deskripcije – opisali smo posamezne pojme v operativnih službah Aerodroma Ljubljana, d. d.
- metoda kompilacije – uporabili smo izpiske in navedbe drugih avtorjev, za boljšo razlago.

2 PREDSTAVITEV PODJETJA AERODROM LJUBLJANA, D. D. IN OPERATIVNIH SLUŽB

2.1 POVEZANOST OPERATIVNIH SLUŽB

Operativne službe Aerodroma Ljubljana, d. d. so samostojne službe z ločenimi nalogami. Zaradi narave dela pa so tesno povezane. Vse povezave so urejene prek službe za koordinacijo prometa, ki nadzoruje potek prometa na ploščadi in ga usklajuje s tokom potnikov v potniškem terminalu.

Komunikacija med službami je urejena po prometno-informacijskem sistemu (FIDS – *flight information display system*), analognih radijskih zvezah in telefonih. Zaradi strme rasti prometa na Letališču Jožeta Pučnika se pojavlja težava zaradi probremenjenosti predvsem radijskih in telefonskih zvez, kar otežuje oz. zavira učinkovitost posameznih služb.

Najpomembnejši dejavnik, ki se ga zavedajo vsi zaposleni v operativnih službah, je varnost. Zaradi povečane količine informacij v prometnih konicah se zgodi, da morajo nujni podatki počakati, kar pozneje oteži reševanje problema. V letalskem prometu je namreč pomembna vsaka minuta. Celoten proces sprejema in odprave letal je časovno natančno določen od prihoda letala, ter vseh potrebnih dejavnosti do priprave letala in potnikov za odhod.

Ob pristanku letala ga na v naprej določeno parkirno mesto vodi vozilo *follow me*, ki podatke o prihodu in parkirnem mestu dobi od koordinacije prometa iz sistema FIDS. Tehnično-gasilska služba upravlja avtobuse, ki potnike prepeljejo do potniškega terminala, kjer se ti razvrstijo glede na končno destinacijo. V tem času služba za sprejem in odpravo letal začne raztovarjati prtljago in tovor ter natovarjati za odhodno destinacijo. Ko so potniki izkrcani, v potniški kabini potekajo priprave za odhod. Prostor se očisti, služba za dostavo hrane zamenja izpraznjene vozičke in natovori svežo hrano, stevardese pregledujejo potniško kabino in usklajujejo vse potrebno za odhod. Med postankom letala ga podjetje za dovoz goriva oskrbi s potrebno količino le-tega, dotoči se pitna voda in izprazni zbiralnike toaletnih prostorov. Vsa dela nadzoruje kontrolor oskrbe letal, ki pripravi dokumente za odhod. Kontrolor oskrbe se s kapetanom letala dogovori, kdaj je letalo pripravljeno, in to po radijski zvezi javi v koordinacijo prometa. Predstavniki letalskega podjetja javi v koordinacijo prometa, kdaj naj se začne vkrcavanje potnikov za odhod, ko pridobi podatke od službe za oskrbo potnikov, da so se vsi potniki prijavi za let. Koordinacija prometa po pridobljenih vseh podatkih in ob primernem času službi za oskrbo potnikov in kontrolorju oskrbe letal javi začetek vkrcavanja potnikov. Po potrebi v tehnično-gasilski službi naročijo avtobus, spet po radijski zvezi, mu sporočijo, na kateri izhod mora po potnike in na katero pozicijo jih pelje. Po končanem vkrcanju potnikov skozi izhod, letališka stevardesa kontrolorju oskrbe letal javi, da so potniki vkrcani ter da se število ujema s številom prijavljenih na let. Kontrolor oskrbe na letalo preda dokumentacijo, počaka, da kabinsko osebje prešteje potnike na letalu, in ko se stanje ujema, to javi v koordinacijo prometa. Takrat je dejavnost letališča kot oskrbovalca na letalu končana.

2.2 KOORDINACIJA PROMETA

Koordinacija prometa je služba, ki nadzoruje promet na letališki ploščadi in sprejema ter oddaja informacije, povezane z letalskim prometom na Letališču Jožeta Pučnika.

V informacijski sistem vnašajo podatke o prihodih in odhodih letal. Vsak dan se pripravi t. i. plan letov za naslednji dan. V FIDS vnesejo podatke o registracijah letal¹, številko leta, čas operacije, število potnikov, parkirno mesto, za odhod letala določijo izhod na potniškem terminalu in določijo morebitno potrebno število avtobusov. Podatke o letih pridobijo od letalskih prevoznikov, preostale podatke določajo glede na tok prometa na ploščadi in tip letal.

V tekočem delovnem dnevu spremljajo promet vseh sredstev na letališki ploščadi, usklajujejo dela med posameznimi službami in, na letališča kamor je letalo namenjeno, pošiljajo operativna sporočila (MVT – *movement message*; sporočilo o premiku letala). Ravno tako od letališč, od koder letala prihajajo, sprejemajo sporočila o odhodu in predvidenem prihodu na ljubljansko letališče. Podatke o času prihoda ali odhoda vnesejo v FIDS, ki je po računalniških zvezah povezan z vsemi javnimi informacijskimi tablamami, kjer lahko zaposleni in javnost vidijo točen čas prihoda oz. odhoda letala. V primeru odstopanj od predpisanih postopkov usklajujejo delo služb in jih obveščajo. Za komunikacijo uporabljajo pretežno radijske zveze in telefon.

2.3 SLUŽBA ZA OSKRBO LETAL

Služba za oskrbo letal je razdeljena na štiri oddelke. Prvi oddelek je služba za uravnoteženost in balansiranje letal, kjer so zaposleni kontrolorji oskrbe letal. Od prihoda do odhoda nadzorujejo in usklajujejo dejavnosti posameznih služb na letalu. Po potrebi v koordinacijo prometa naročijo gorivo, vozilo za oskrbo potnikov s posebnimi potrebami oz. vse, kar odstopa od standardne oskrbe letal. Za posadko letala pripravijo dokumentacijo o letu in v koordinacijo prometa javijo, kdaj je letalo pripravljeno. Ko so potniki vkrcani, preverijo, ali so vsi na letalu, ter zaprejo vrata. Drugi oddelek službe je prtljažna služba, ki raztovarja in natovarja prtljago in tovor na letalo, oskrbujejo letalo s pitno vodo in čistijo zbiralnike za fekalije toaletnih prostorov. V dnevni izmeni so razdeljeni v skupine, ki jih vodi skupinovodja. Skupnega vodjo oddelka imajo skupaj z oddelkom čistilcev, ki skrbijo za čiščenje letal. Četrty oddelek je tehnični oddelek, ki upravlja tehnična sredstva, potrebna za oskrbo letal.

Vsi oddelki med seboj komunicirajo po radijskih zvezah, za pridobivanje informacij o odhodih in prihodih pa uporabljajo FIDS.

2.4 SLUŽBA ZA OSKRBO POTNIKOV

¹ Vsako letalo ima svojo registracijo, ki je kombinacija petih črk in števil. Prva dva znaka določata državo, v kateri je registrirano, zadnji trije znaki so oznake posameznega letala.

Kot je razvidno iz imena službe, je to oddelek, ki skrbi za prijavo potnikov na let, usmerjanje potnikov do izhodov, preverjanje vozovnic in dokumentov pred vstopom v letalo in skrbijo za potnike s posebnimi potrebami. Zaposleni v tej službi vnašajo podatke v program za prijavo potnikov na let, posebnosti pa javijo v koordinacijo prometa po telefonu ali po radijski zvezi.

V koordinaciji prometa podatke o posebnih potnikih na letalu vnesejo v FIDS, vsaka od služb pa se pripravi na potrebne dejavnosti, povezane s takim potnikom. Zaradi kontrole izvedbe koordinatorji javijo navodila za vkrcanje ali izkrcanje takšnih potnikov po radijskih zvezah v službo za oskrbo potnikov, kontrolorjem oskrbe in v tehnično-gasilsko službo.

2.5 TEHNIČNO-GASILSKA SLUŽBA

Tehnično-gasilska služba upravlja avtobuse za prevoz potnikov, vozila *follow me* za vodenje letal po letališču in gasilska vozila.

Iz FIDS-a dobijo podatke o času prihoda letala, parkirno mesto in koliko avtobusov je potrebnih oz. ali so potrebne dodatne dejavnosti za pomoč pri izkrcanju. Enako dobijo podatke za odhodne lete, le da jim iz koordinacije prometa po radijski zvezi javijo, kdaj morajo z avtobusom na izhod in kam naj potnike peljejo. Največ komunicirajo s koordinacijo prometa in kontrolo letenja, večinoma po radijskih zvezah.

2.6 SLUŽBA SPLOŠNEGA LETALSTVA

Služba splošnega letalstva je namenjena sprejemu in odpravi letal poslovne aviacije in letal manjšega tipa (do 19 sedežev oz. do 41 ton vzletne teže). Delujejo kot samostojna enota, saj njihovi potniki ne potrebujejo prijave na let, za vse se dogovorijo neposredno s posadko letala.

Zaposleni sami naročajo obroke v podjetju za dostavo hrane, letala imajo parkirana na svoji ploščadi, namenjeni splošnemu letalstvu, skrbijo za prevoz potnikov in posadk od letališča do hotelov, pomagajo pri urejanju carinskih in policijskih formalnosti, v koordinacijo prometa le naročijo gorivo.

Od vseh operativnih služb so najmanj vpleteni v delo drugih, saj so organizirani samozadostno.

2.7 ZUNANJI PARTNERJI

Na letališču delujejo službe, ki nudijo podporo letalskim prevoznikom. V ozadju so to npr. špedicije, ki niso neposredno vpletene v dogajanje na ploščadi, zato smo se osredotočili predvsem na podjetja, ki delujejo na ploščadi.

Poleg letalskih prevoznikov, ki imajo med izbranimi destinacijami Letališče Jožeta Pučnika, sta najpomembnejši podjetji Petrol, d. d. (podjetje za oskrbo letal z gorivom) in Airst, d. o. o. (podjetje za pripravo in dostavo hrane). Airst dobi

seznam potrebnih obrokov za posamezno letalo od prevoznika in sami oskrbijo letalo, ki pristane, s hrano in pijačo za odhod ter odpeljejo prazne vozičke.

Če letalski mehaniki na letalu odkrijejo okvaro ali letalo zamenjajo, jih iz koordinacije prometa po radijski zvezi ali po telefonu obvestijo o spremembah, da lahko nemoteno delajo naprej.

Podjetje za oskrbo z gorivom dela izključno po navodilih in koordiniranju službe za koordinacijo Aerodroma Ljubljana, d. d. Vsak, ki potrebuje gorivo, ga naroči po radijski zvezi ali telefonu. Gorivo lahko naroči kontrolor oskrbe letal, agent splošnega letalstva, pilot, mehanik ali kdorkoli, pristojen za to. Zaradi časovne razporeditve in prednosti komercialnih letov pred drugimi v koordinaciji prometa usmerjajo Petrol po določenem vrstnem redu.

3 OBSTOJEČE STANJE KOMUNIKACIJE IN PROBLEMATIKA

3.1 OPIS POTEKA KOMUNIKACIJE MED SLUŽBAMI

Vrh komunikacijske piramide med operativni službami je koordinacija prometa Aerodroma Ljubljana, d. d. Za komunikacijo z drugimi službami in tudi za posamezne službe med seboj se uporabljajo trije različni načini. Razdelimo jih lahko po časovni značilnosti informacije:

- ✈️ **FIDS** (prometno-informacijski sistem); računalniški program, ki je z drugimi računalniki na letališču povezan po omrežnih povezavah. FIDS je tudi osnova za pretok informacij na javne informacijske sisteme, kot je internet, teletext in vsi ekrani z informacijami o prihodih in odhodih letal na letališču. V koordinaciji prometa vnašajo vse podatke o prihodih in odhodih letal v FIDS. Dnevni plan letenja se pripravi za en dan vnaprej in tam vse službe najdejo potrebne informacije. Podatki za posamezni let se vnašajo do zaključene operacije. Zaradi uporabnosti oz. potreb se informacije iz sistema na drugih aplikacijah prikazujejo le v omejenem obsegu. Posamezne službe imajo prirejene prikaze svojemu delu (*Internal monitor* – Intermoni), kjer vidijo le za njihovo delo potrebne informacije. Enako velja tudi za javne prikaze, kjer so vidni javni leti (ni prikaza tovornih letov, splošnega letalstva ...). Informacij, vnesenih v FIDS, je največ, pridobljene so vsaj 24 ur pred operacijo letala in posameznim službam omogočajo predpripravo na delo.

A	H	F	T	FLT No	ACReq	Typ	Route	ST	ETAD	RM	Ps	G	C	Bus	S	SP	Sc	L	Prv C	Prv Y	FRot	ATAVD	
A	L	S	C	JP6733	S5AAM	735	KGS	17:15			3		2		PA		N	0	112	342	17:24	17:28	
A	A	S	G	abnLUC94	HBJRS	GL5T	GVA	17:25	17:39	EX	G16				GA		N	0	6				
D	D	I	S	YM181	4OAO	100	TGD	17:30			5	03			VM		N	2	23	----	17:33		
A	L	I	S	JP839	S5AAC	320	PRN	17:35			6		2		UJ		N	0	170	450	17:35		
A	A	S	S	JP885	S5AAK	CR9	ATH	17:35	17:43	EX	10		1	E	KL		N	10	76	108			
A	L	I	S	JP915	S5AAB	320	SVO	17:50			5		2		UJ		N	3	45	6788	17:37		
D	F	S	C	JP6788	S5AAB	320	KGS	17:55			5	02			UJ	SP	N	0	153	----			
A	A	S	S	JP311	S5AAG	CRJ	ZRH	17:55	17:41	EX	G8		1	E	SD		N	2	21	498			
A	A	S	S	JP173	S5AAF	CRJ	VIE	17:55	17:45	EX	35		2	E	KL	SP	N	2	19	306			
D	B	S	S	JP124	S5AAR	CR9	FRA	17:55			9	13		E	TL		N	1	54	----			
D	B	I	S	JU103	YUALR	AT7	BEG	18:00			36	05		E	KL		N	0	43	----			
D	F	S	S	JP504	S5AAD	CRJ	ARN	18:05			B4	11		E	KG		N	0	40	----			
D	F	S	S	JP136	S5AAE	CRJ	VIE	18:05			34	09		E	SD		N	1	28	----			
D	F	S	S	JP394	S5AAL	CR9	BRU	18:10			8	12		E	PA		Y	5	67	----			
D	F	S	S	JP298	S5AAN	CR9	BCN	18:20			4	02			TL		N	0	82	----			
D	F	I	S	JP450	S5AAC	320	LGW	18:25			6	04			UJ	SP	N	3	156	----			
D	I	e		INT01	TCGAP	GLF4	ESH	Scheduled time			1D				GA		Y	0	12	----			
D	F	S	S	JP108	S5AAK	CR9	MUC	18:30			10	10		E	KL		N	4	54	----			
D	F	S	S	JP498	S5AAG	CRJ	AMS	18:35			G8	09		E	SD		N	0	42	----			

Time dialogs / Operations Additional Deicing Status Details 30.08.2009 17:38:14

DFP time 30.08.2009 17:55 Boarding 30.08.2009 17:37 AC Ready Messages

Ready (sys) Ready Delete Hide Cancel CAT III

ST ET AT1 AT2 Ready F B C I D A L Clear New Unhide Uncancel

Route Record: 10/239 <OSC>

Local intranet 100%

Slika 1: Prometno-informacijski program (vir: Aerodrom Ljubljana, FIDS – *Flight information display system*)

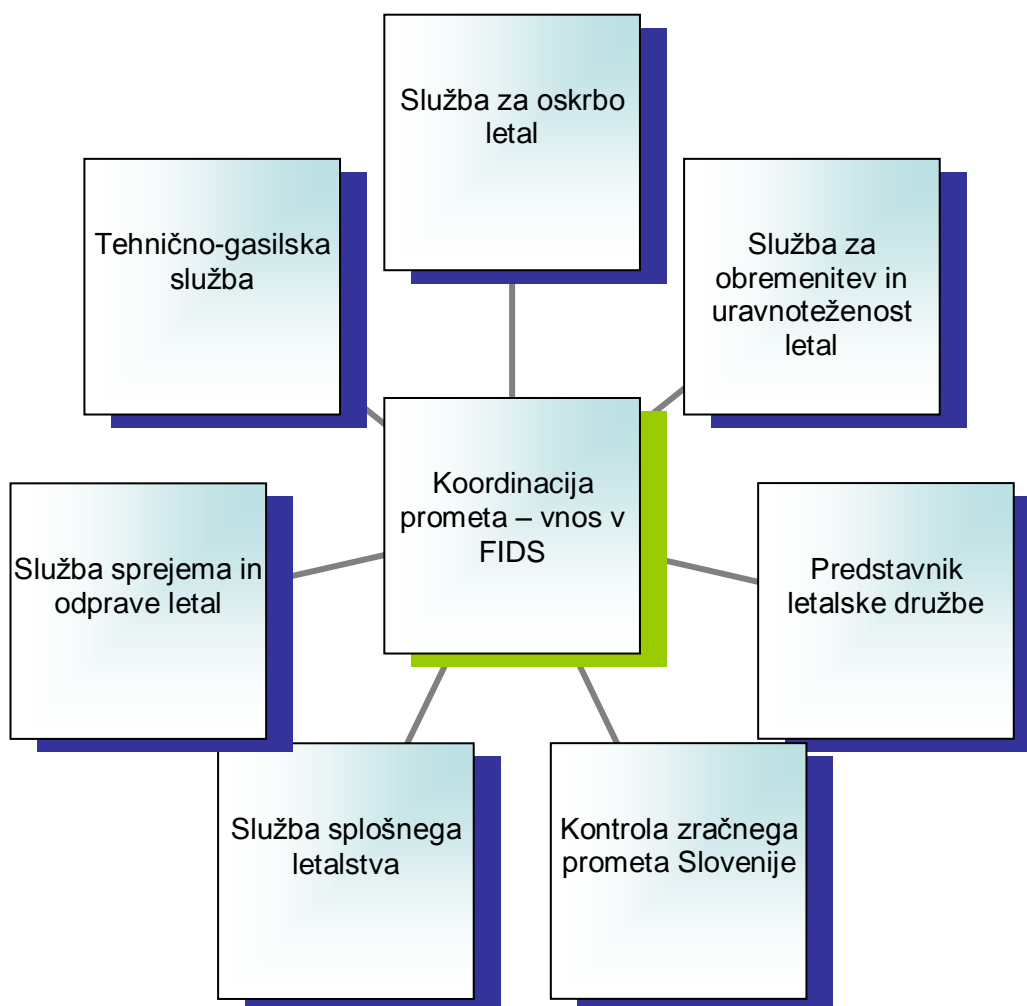
- ✈ Telefonske povezave se uporabljajo za reševanje odstopanj in predajo informacij, ki pretežno niso najnujnejše.
- ✈ Radijske zveze so komunikacijsko sredstvo za pretok nujnih informacij, ki zahtevajo predvsem kratek odzivni čas. Osnovno pravilo komunikacije po radijskih zvezah je razločno in jasno podajanje potrebnih informacij, ki so povedane v čim krajši možni obliki. Prejemnik mora vedno potrditi prejem informacije. Stvar je zelo preprosta na pogled, vendar če upoštevamo veliko količino informacij, ki potujejo med več uporabniki, dobimo ogromno informacij, ki morajo doseči cilj v najkrajšem možnem času. Eksploatacijske značilnosti radijskih zvez pa so omejene in ne zadostujejo potrebam.

V koordinaciji prometa je osnovno delovno sredstvo računalnik s sistemom FIDS. Po elektronski pošti pridobivajo plane letov od Kontrole zračnega prometa Slovenije, ki služijo kontroli že vnesenih operacij letal ali za vnos novih operacij, če le-te niso najavljene vnaprej.

Poleg telefonskih linij je še deset radijskih postaj (naprav), nastavljenih na različna frekvenčna območja oz. kanale. Dve postaji se uporabljata kot nadzorno sredstvo za delo, kjer poslušajo usmerjanje letalskega prometa, ki ga usmerja Kontrola zračnega prometa Slovenije. Preostalih osem postaj uporabljajo v komunikacijske namene. Vsaka postaja, ki je nastavljena na določen kanal, ima svojo skupino uporabnikov.

Razdelitev kanalov:

- frekvenca za komunikacijo s posadkami na letalih
- služba za oskrbo letal / kontrolorji oskrbe
- služba za oskrbo potnikov
- tehnično-gasilska služba, vozilo *follow me*
- tehnično-gasilska služba, avtobusi
- služba splošnega letalstva
- follow me*, kontrola zračnega prometa na Letališču Jožeta Pučnika
- interna frekvenca letalskega prevoznika Adrie Airways, d. d.
- dve frekvenci Kontrole zračnega prometa Slovenije



Slika 2: Komunikacijsko povezane službe (vir: avtor)

Vse službe, kot je bilo že omenjeno, črpajo informacije, potrebne za delo, iz sistema FIDS. Večina služb uporablja interne monitorje (intermoni), kjer so izčiščene informacije, ki so pomembne za te službe. Ob odstopanjih ali nejasnostih se po telefonu povežejo s koordinacijo oz. v nujnem primeru, kjer je pomemben odzivni čas, po radijskih postajah.

Date	A	F	T	AC Reg	Typ	FLIGHT	Route	SA.D	EA.D	Opombe	Ps	G C	Bus	Su	Status	PAX	Frot	ATAD
22.08	D	I	S	S5AAL	CRJ	JP810 LH2484	SKOPJE	23:40			4	03		VM	OPLETEL DEPARTED	31	----	---
22.08	D	I	S	S5AAM	735	JP890	PRISTINA	01:05			3			VM		0	----	
22.08	A	S	C	S5AAG	CRJ	JP3331	SEVILLA	02:05	02:20	PREDVIDEN EXPECTED	32	1	E	MA		26	376	
22.08	D	S	C	S5AAB	320	JP6690	HERAKLION	05:00			3	01		BU		158	----	
22.08	A	I	S	S5AAO	CRJ	JP727	TIRANA	06:20			2	2	E	SS		85	922	
22.08	D	S	S	OKCCC	SF3	OK827	PRAGUE	06:30			82	13	E	PA		0	----	
22.08	D	S	S	S5AAH	CRJ	JP102 LH2491	MUNICH	06:50			33	12	E	BU		32	----	
22.08	A	I	S	S5AAC	320	JP653	ISTANBUL	06:50			3	2		TL		161	116	
22.08	A	I	S	S5AAM	735	JP891	PRISTINA	06:50			7	1	D	PA		121	838	
22.08	A	I	S	S5AAL	CRJ	JP811 LH2495	SKOPJE	07:00			4	1		BU		85	322	
22.08	D	S	S	S5AAF	CRJ	JP434 SK8924	AMSTERDAM	07:15			81	11	E	TL		40	----	
22.08	D	I	S	S5AAK	CRJ	JP450	LONDON	07:25			5	03		MU		85	----	
22.08	D	S	S	FGUBG	ER4	AF3101	PARIS	07:30			12	09	E	SS		0	----	
22.08	D	S	S	S5AAI	CRJ	JP510 SK8900	COPENHAGEN	07:40			34	13	E	BU		35	----	
22.08	D	S	S	S5AAM	CRJ	JP361 LX4245	ZURICH	07:45			35	12	E	PA		68	----	
22.08	D	S	S	S5AAC	320	JP116 LH2505	FRANKFURT	07:50			3	01		TL		140	----	
22.08	D	S	S	S5AAG	CRJ	JP376 SN5132	BRUSSELS	07:50			32	10	E	MU		47	----	
22.08	D	S	S	S5AAJ	CRJ	JP284 OS7032	VIENNA	07:55			83	09	E	SS		19	----	
22.08	D	S	S	S5AAL	CRJ	JP322	PARIS	08:05			4	02		BU		83	----	
22.08	A	S	S	HAFAN	EM2	MA486	BUDAPEST	09:15			34	2	E	PA		12	487	
22.08	A	S	S	S5AAH	CRJ	JP103 LH2490	MUNICH	09:45			33	1	E	TL		37	292	
22.08	D	S	S	S5AAH	CRJ	MA487	BUDAPEST	09:45			34	13	E	PA		34	----	

Slika 3: Interni prikaz informacij (vir: Aerodrom Ljubljana, Intermoni)

Vsa komunikacija med službami je potrebna za varno in tekoče opravljanje storitev sprejema in odprave letal. Za podrobnejšo analizo trenutnega stanja komunikacije se lahko osredotočimo na posamezne operacije prihoda in odhoda letala.

Prihod letala

Prihode in odhode letal prevozniki večinoma najavijo za vsako sezono posebej. Ločimo letno in zimsko sezono letenja. Koordinator reda letenja lete za vsako sezono posamezno vnese predhodno v sistem FIDS, koordinacija prometa pa dnevno dodaja dodatno najavljene lete in preverja že vnesene z oddanimi plani letenja, ki jih dobijo po elektronski pošti od Kontrole zračnega prometa Slovenije. Štiriindvajset ur pred prihodom letala se le-temu določi parkirna pozicija in morebitno potrebno število avtobusov za potnike.

Ko letalo zapusti letališče, s katerega je namenjeno v Ljubljano, v tamkajšnjem operativnem centru pošljejo MVT-sporočilo, kjer je napisana številka leta, datum, registracija letala, odhodno letališče, čas premika in čas poletanja letala, predviden čas prihoda, namembno letališče in število potnikov na letalu. V primeru zamude letala je dodana še koda zamude in časovna dolžina zamude. Odvisno od prevoznika, je lahko na MVT-sporočilu dodano še prosto besedilo – morebitne prošnje pri oskrbi oz. o potnikih s posebnimi potrebami. V letalstvu je več različnih operativnih sporočil, vsako s svojim namenom, načeloma namenjenih službam, ki jih potrebujejo za delo.


```
MVT
JP116/07.SSAAA.LJU
AD0603/0612 EA0731 FRA
DL15/0008
PX 143
```

Slika 4: Odhodni MVT (vir: avtor)

Za prihod letala poznamo še PSM-sporočilo (*passenger special manifest* – seznam potnikov s posebnimi potrebami), PTM-sporočilo (*passenger transfer manifest* – seznam potnikov, ki imajo povezavo z odhodno linijo) in LDM-sporočilo (*load distribution manifest* – sporočilo o številu potnikov in količini prtljage ter tovora na letalu).

V koordinaciji prometa sprejemajo MVT- in PSM-sporočila, ki so pomembna za njihovo nadaljnje delo. V FIDS vnesejo pričakovani čas prihoda poleg najavljenega časa in potnike s posebnimi potrebami. Petnajst minut pred pristankom označijo let z oznako »A« (*approach*; letalo pristaja), kar je pomembno za javnost in predvsem za operativne službe, da se lahko pripravijo na delo. Dobra predpriprava je namreč eden pomembnejših dejavnikov za dobro in predvsem varno opravljeno delo v letalstvu.

Ob pristanku letala koordinacija v FIDS-u let označi z oznako »L« (*landed*; letalo je pristalo) in čas pristanka letala. Vozilo *follow me* spremlja letalo na parkirno pozicijo (podatke dobi od dežurnega operaterja tehnično-gasilske službe). Če je letalo parkirano na letališki most, se potniki izkrcajo peš, sicer jih pri letalu pričaka avtobus, ki jih odpelje do stavbe. Ko je letalo na poziciji in ugasne motorje, v koordinaciji prometa vnesejo zadnji podatek v FIDS, to je čas ugašanja motorjev. Prevozniku in letališču, od koder je letalo prišlo, pošljejo MVT-sporočilo, kjer so številka leta, datum, registracija, prihodno letališče in čas pristanka ter ugašanja motorjev.

```
MVT
JP117/07.SSAAA.LJU
AA0734/0739
```

Slika 5: Prihodni MVT (vir: avtor)

Kontrolor oskrbe prvi stopi na letalo, ko se odprejo vrata, ter od stevardese in pilota prevzame dokumentacijo ter morebitna naročila o potrebah potnikov v prihodu. Po radijski zvezi javi v koordinacijo, ali imajo kakšne posebnosti na letalu, ali letalo potrebuje gorivo za odhod in ali so kakšne posebne zahteve, ki niso del standardne storitve.

Odhod letala

Ravno tako kot prihode prevozniki za celotno sezono najavijo tudi odhode. Vsi najavljeni odhodni leti so enako kot prihodni vpisani v FIDS, v koordinaciji jih dnevno pregledujejo in vnašajo nove za naslednjih 48 ur. Komunikacijsko je odhod letala zahtevnejši kot prihod, čeprav so si nekatere dejavnosti podobne. Dejavnosti za odhod se začnejo, če izvzamemo najavo in vpis v FIDS, 24 ur pred odhodom, ko v

koordinaciji določijo parkirno pozicijo letala, izhod za potnike in število morebitnih potrebnih avtobusov, ter vnesejo število najavljenih potnikov. Dežurni koordinator prometa po radijski zvezi pove, da je plan letov za naslednji dan končan, in vsaka služba posebej pregleda za njih potrebne podatke.

V tekočem dnevu služba za uravnoteženost in obremenitev letal (del službe za oskrbo letal) določi, kdo od zaposlenih v izmeni bo kontrolor oskrbe za posamezen prihod in odhod letala. Podatek sami vnesejo v FIDS. Kontrolor oskrbe začne dejavnosti pri letalu približno 50 minut pred odhodom oz. če letalo pride in takoj gre, takoj po prihodu letala. Na letalu najprej preveri, ali je letalo oskrbljeno s pitno vodo in očiščeno, ter spremlja dejavnost službe za oskrbo s hrano. Sočasno od letalskega tehnika dobi informacijo, ali letalo potrebuje gorivo ali ne. Sočasno v prtljažno službo javi informacijo o tem, ali je na letalu samo prtljaga ali tudi tovor in pošta, ter kam je treba vse naložiti v primeru večjih letal. Približno 40 minut pred odhodom na letalo pride posadka, ki od letalskega tehnika prevzame letalo. Kontrolor oskrbe jim dostavi informacijo o posebnostih na letališčih na poti in vremensko poročilo. Od pilota letala prevzame podatke o gorivu, ki jih potrebuje za izdelavo letalskega dokumenta, lista uravnoteženosti in obremenitve letala (*Loadsheet*). Podatke o gorivu in informacijo o dejanskem natovarjanju tovora in prtljage na letalo odda sodelavcu v pisarni, ki mu z računalniškim programom izdela potrebno dokumentacijo. V pisarni službe za izdajo planov letenja dobi še informacijo o morebitnih restrikcijah v zračnem prometu, kar lahko vpliva na točnost odhoda letala. Približno 35 minut pred odhodom kontrolor na letalu pri vodji kabinskega osebja in pri pilotu preveri, ali so pripravljeni za odhod. Po radijski zvezi javi v koordinacijo prometa, da je letalo pripravljeno za vkrcanje.

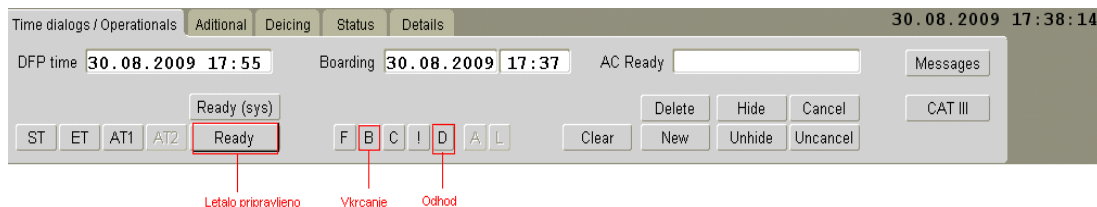
Predstavniki letalske družbe, se s pilotom dogovori za začetek vkrcavanja potnikov in čas začetka javi v koordinacijo po telefonski ali radijski zvezi. Petindvajset minut pred odhodom koordinator prometa po radijski zvezi pokliče avtobus (če je treba) in vozniku pove, na kateri izhod naj se postavi in kam bo peljal potnike.

Ko predstavnik v koordinacijo prometa javi, da imajo prijavljene vse potnike za let, in jim kontrolor oskrbe sporoči, da je letalo pripravljeno, koordinator po radijski zvezi javi začetek vkrcavanja potnikov za destinacijo službi za oskrbo potnikov in kontrolorju oskrbe. V FIDS-u let označi z oznako »B« (*boarding*; vkrcavanje potnikov).

Po približno petnajstih minutah so vsi potniki vkrcani v avtobus in na izhodu vozniku avtobusa javijo, da lahko odpelje potnike na letalo. Istočasno zaposlena v službi za oskrbo potnikov po radijski zvezi javi kontrolorju oskrbe letal, da se število potnikov na izhodu ujema s številom potnikov v sistemu za prijavo na let in kontrolor oskrbe ji to informacijo potrdi. V FIDS-u se let označi z oznako »C« (*closed*; let zaprt). Avtobus odpelje potnike do letala, kjer se vkrcajo. Kontrolor preda vso potrebno dokumentacijo pilotu letala in počaka na štetje potnikov na letalu. Stevardese na letalu preštejejo potnike, in če se stanje ujema s stanjem v dokumentaciji, letališče šteje let za zaključen. Končno stanje potnikov na letalu kontrolor oskrbe po radijski zvezi javi koordinaciji prometa, ki v FIDS-u z ukazom »READY« označi let za zaključen.

V tehnično-gasilski službi po zaključenem letu voznik vozila *follow me* odide do letala, kjer prevoznikovemu mehaniku asistira pri zagonu motorjev. V kontroli letenja

dovolijo letalu odhod na destinacijo, ko je let zaključen, kar vidijo na svojem intermoniju. Po odhodu letala v kordinaciji v FIDS-u označijo let z »D« (*departed*; letalo je odletelo) in pošljejo MVT-sporočilo na destinacijsko letališče.



Slika 6: Orodna vrstica za spremembo aktivnosti leta in informacij v FIS-u (vir: avtor)

3.2 KRITIČNA ANALIZA STANJA KOMUNIKACIJE

V prejšnjem poglavju smo opisovali stanje oz. potek komunikacije ob prihodu in odhodu letala na Letališču Jožeta Pučnika. Vsa komunikacija ali pretok informacij ima zapisano zaporedje, ki je navidezno tekoče, brez zapletov in preprosto, vendar to velja le za čas, ko je na letališču manj operacij in letala nimajo zamud, potniki na letalu pa nimajo posebnih zahtev. Celoten položaj se začne zapletati v času prometnih konic, ko je na letališču v časovnem razponu ene ure več odhodov (sedem ali več, tudi dvanajst).

V tekočem prometu, približno pol ure pred odhodom letala, je FIDS komunikacijsko orodje, ki služi kot pomožni vir informacij. Glavnina komunikacije se preseli na radijske zveze, kjer je možen govor le enega uporabnika hkrati, vsi drugi lahko le poslušajo. Če kdo želi uporabiti radijsko zvezo, mora v trenutku, ko jo uporablja druga ali tretja oseba, počakati, da le-ta prekine uporabo. Če pomnožimo število informacij (začetek vkrcaja potnikov, letalo je pripravljeno, let zaključen ...) in njihovih povratnih potrditev za posamezni let s številom odhodov v prometni konici, ugotovimo, da že tekoči promet brez posebnosti preobremeni radijske zveze in lahko povzroči zastoj ali celo izgubo posamezne informacije.

Kot je razvidno, je komunikacija v operativnih službah Letališča Jožeta Pučnika na ravni, ki je zadostovala količini prometa pred destimi ali morda še pred petimi leti, vendar dnevna količina prometa (100 do 140 operacij – prihodov in odhodov letal na dan) kliče po posodobitvi, oz. poenostavitvi.

Koordinator prometa usklajuje dnevno dogajanje na letališki ploščadi. Letalom določa pozicije na ploščadi, usklajuje začetke posameznih faz odprave, časovno usklajuje delo, da so v določenem trenutku na razpolago potrebna sredstva (cisterna z gorivom, avtobus, stopnice, razledenilec ...), predvsem pa usklajuje delo, kadar pride do odstopanj od običajnih in planiranih postopkov. Vsi prevozniki ga stalno obveščajo o poteku svojega prometa, odločitvah glede rerutacij, predvidenih zamudah, preklicu letov. Stalno sodeluje z letališko kontrolo letenja in dobiva sporočila z drugih letališč. Vse te informacije posreduje operativnim službam po prometno-informacijskem sistemu oziroma dnevnem operativnem planu, ki se po mreži razpošiljajo na informacijske table ter javne in interne monitorje po vsem

letališču. V času obračanja letala (*Turn around time*), se lahko v bližini letala na letališki ploščadi giblje od 3 do 15 in več vozil hkrati, ki jih je treba uskladiti:

- vozilo *follow me*,
- letališki avtobus,
- aviomost oziroma samohodne stopnice,
- transportni trakovi in vlečno vozilo z vozički,
- vozilo za oskrbo z gorivom,
- vozilo kontrolorja za oskrbo letal,
- vozilo z ekipo in sredstvi za čiščenje letala,
- vozilo za odvoz fekalij in vozilo za oskrbo s pitno vodo,
- catering vozilo,
- servisno vozilo (prevoznik),
- vozilo z električno centralo,
- vozilo z zunanjim zagonskim motorjem,
- vozilo za prevoz invalidnih oseb,
- gasilsko vozilo in
- reševalno vozilo.

Problem: Komunikacija na letališki ploščadi trenutno poteka izključno po (analognih) radijskih postajah. Frekvenca pogovorov se je tako povečala, da komunikacija postaja nefunkcionalna in z operativnega vidika kot takšna tudi nesprejemljiva. V centru za koordinacijo prometa je zato 8 različnih radijskih postaj nastavljenih na različne kanale. Stvari se še dodatno zapletejo v izrednih razmerah. Koordinator prometa ne dobi ustrezne povratne informacije, ni prepričan, kje se katero vozilo nahaja. Problem je še posebno velik ob zmanjšani vidljivosti (CAT II/III).

Primer: Koordinator prometa od letalskega prevoznika prejme informacijo o *ad hoc* menjavi letala. Vse službe je dolžan o tem obvestiti. Zaradi hrupa ob letalu je včasih nemogoče, da pride informacija pravočasno, kar se lahko pozna tudi pri točnosti odhoda.

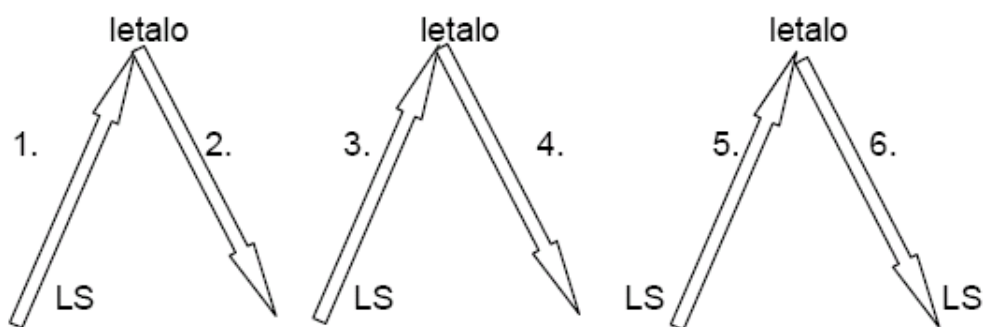
Nadgradnja komunikacijskega sistema je z vidika službe za koordinacijo prometa potrebna predvsem zaradi boljšega, hitrejšega in varnejšega pretoka informacij. Sočasno bi bilo smotno nadgrajevati sistem tudi za rešitev problematike v drugih službah. Služba za uravnoteženost in balansiranje letal, kjer delujejo kontrolorji oskrbe, ima problem s prenosom dokumentov, saj jim zdajšnji način vzame veliko časa in voženj od pisarne do letala.

Kontrolor oskrbe nadzoruje vsa dela pri natovarjanju, poskrbi za pravilnost postopkov pri vseh posebnih vrstah tovora ali drugih posebnostih na letu. Ko je sprejem potnikov na let končan, balanser po DCS (*Departure Control System*) sistemu zbere končno število potnikov, končno težo njihove prtljage ter težo tovora in pošte. Na osnovi vseh podatkov izdela listo obremenitve in uravnoteženosti letala (*loadsheets*). Po potrebi pripravi še vso drugo dokumentacijo za let, npr. potniški manifest, generalno deklaracijo ipd. Kontrolorji oskrbe nadzorujejo delo vseh služb, nanje se obračajo letalske posadke s svojimi zahtevami in pripombami. Tesno sodelujejo s centrom za koordinacijo prometa in s predstavniki prevoznikov.

Problem:

Kontrolor oskrbe letala trenutno v povprečju opravi šest (6) voženj do letala in nazaj:

1. prvi prihod kontrolorja oskrbe na letalo (eno uro pred predvidenim časom odhoda letala oz. ob prihodu letala s prejšnje destinacije); pogovor z letalskim mehanikom (posadka še ni prisotna)
2. vrnitev v pisarno, prevzem prvega dela letalskih dokumentov;
3. drugi prihod na letalo; pogovor s posadko in izmenjava prvega dela letalskih dokumentov
4. vrnitev v pisarno
5. tretji prihod na letalo, dostava drugega dela letalskih dokumentov; *loadsheets*, potniška lista, *cargo manifest* ...
6. vrnitev v pisarno, kjer zaključi dokumentacijo za let.



Slika 7: Število voženj kontrolorja na letalo za posamezen odhod (vir: Aerodrom Ljubljana, WLAN študija/mobile WAN)

Na letališču imajo sodoben informacijski sistem, kamor vnašajo vse informacije. Te hranijo v arhivu sistema FIDS. Sistem seveda dopušča nadgradnjo, ki bi omogočila večji pretok informacij po računalniku in prikazov na monitorjih.

4 MOŽNE IZBOLJŠAVE

Možne rešitve problema je smiselno iskati v rešitvah, ki jih nekatera letališča v Evropi že imajo. Nepomembno je, koliko prometa ima letališče, pomembno je, katera rešitev je učinkovita za Aerodrom Ljubljana, d. d.

Glede na potrebe tehnologije dela in možnosti, ki jih ponuja trg opreme za delovanje letališč, smo izbrali tri različne možnosti, ki pomenijo korak naprej v razvoju komunikacije. Upoštevali smo poenostavitev dela za koordinacijo prometa oz. kako bi omejili uporabo osmih radijskih postaj skupaj, smiselno pa je tudi poiskati rešitev, ki bi zagotavljala nemoteno delo v prihodnosti, saj se bo promet kljub trenutnemu padcu srednjeročno povečal, naložba v nakup opreme in vzpostavitev novega sistema pa nikakor ni majhna. Dve študiji ponujata eksploatacijske zmožljivosti, ki bi ustrezale tudi drugim službam na njihovem področju dela.

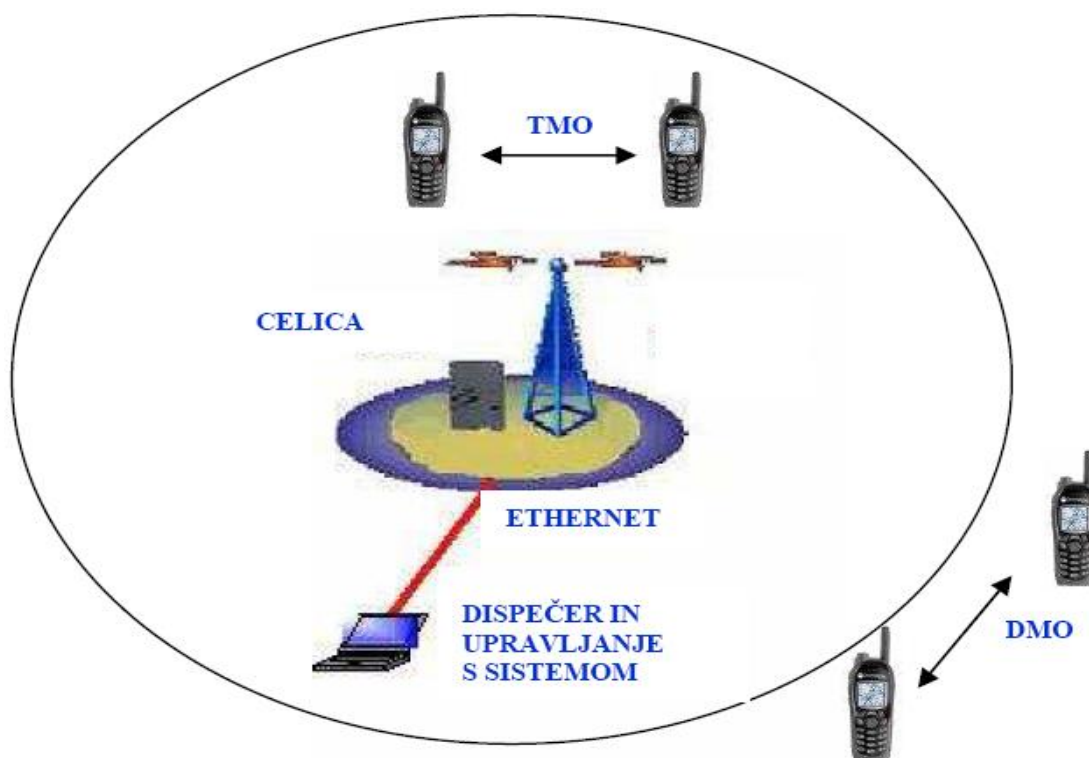
4.1 SISTEM RADIJSKIH ZVEZ TETRA

Kot navaja *Študija funkcionalnih radijskih zvez na Aerodromu Ljubljana (2007)* »je TETRA odprti standard za digitalne radijske komunikacije, ki ga je standardiziral Evropski inštitut za telekomunikacijske standarde (ETSI – *European Telecommunications Standard Institute*). Sistem omogoča sočasen prenos podatkov in govora ter celo prenos počasnega videa. Tvorba snopov je metoda učinkovitejšega dodeljevanja zalog iz celotne zmožljivosti, pri kateri se zmožljivost nekaj radijskih kanalov porazdeljuje med več uporabnikov. To se izvaja z uporabo radijskega krmilnega kanala. Gre za dodeljevanje prometnih kanalov, ki jih uporabniki zasedajo iz skupne kanalne kapacitete. Sistem TETRA omogoča ustvarjanje navideznih samostojnih omrežij v enotnem sistemu tako, da se uporabniki le-teh med seboj ne slišijo in ne motijo. Po potrebi pa jih je mogoče poljubno povezati oziroma določenim uporabnikom omogočiti komunikacijo v več omrežjih. Mogoča je povezava v mobilno omrežje (GSM), telefonsko omrežje ter internetno telefonijo (IP). Sistem je popolnoma digitalen in ni povezljiv z obstoječimi analognimi sistemi. Omogoča kakovosten prenos govora in nizko bitno napako pri prenosu podatkov. Prenos govora in podatkov je možen z različnimi prenosnimi hitrostmi, odvisno od varnostnih ravni. Sistem uporablja tehnologijo časovnega sodostopa, kjer je vsak radijskofrekvenčni nosilec razdeljen na 4 komunikacijske kanale. En kanal je rezerviran za kontrolni kanal. Ob uporabi ene bazne postaje z enim frekvenčnim nosilcem so zato možni trije istočasni poldupleksni pogovori v smislu poslušaj in govori.« (Kompas telekomunikacije, d. o. o., 2007)

Sistem TETRA glede na uporabljeno tehnologijo in vrsto storitev močno spominja na GSM omrežje, le da je namenjen za profesionalno rabo in ima lastno infrastrukturo. Prav tako kot digitalni sistem radijskih zvez DMR, ki je natančneje predstavljen v naslednjem poglavju, uporablja tehnologijo časovnega sodostopa, vendar na radijskih kanalih pasovne širine 25 kHz. Sistemi TETRA uporabljajo diferencialno štirinivojsko fazno digitalno modulacijo. Najvišja možna hitrost prenosa podatkov je 50 kbit/s, bruto pa 36 kbit/s. Če se osredotočimo le na prenos podatkov in zanemarimo še signalizacijo, ostane hitrost 28,8 kbit/s pri konfiguraciji z enim frekvenčnim nosilcem. Na enem nosilcu tako dobimo štiri kanale oziroma štiri časovna okna. Trije kanali so prometni in se uporabijo npr. za prenos govora, en

kanal pa je kontrolni in skrbi za sinhronizacijo ter prenos podatkov npr. kratkih sporočil SDS, statusnih sporočil. Sistem TETRA deluje v dveh načinih dela. V načinu TMO radijski terminal deluje prek bazne postaje in v t. i. »snopovnem« načinu. To pomeni, da sistem ponuja več razpoložljivih kanalov na enem frekvenčnem nosilcu in omogoča več istočasnih zvez. Ena bazna postaja (1 frekvenčni nosilec) omogoča štiri kanale oziroma časovna okna, kar za zveze pomeni:

- istočasno polduplexno komunikacijo med tremi neodvisnimi skupinami in istočasen prenos podatkov po kontrolnem kanalu (kratka sporočila SDS, statusna sporočila) preostalih uporabnikov sistema
- polnoduplexno zvezo med dvema udeležencema in istočasno eno polduplexno komunikacijo med dvema skupinama ali udeležencema, hkrati pa še prenos podatkov po kontrolnem kanalu (SDS, statusna sporočila)
- prenos podatkov po štirih časovnih oknih istočasno
- pri konfiguraciji npr. dveh baznih postaj, povezanih med seboj (celici), se prometna zmogljivost še poveča, saj z združitvijo kanalov dobimo kar 8 razpoložljivih kanalov, ki so lahko namenjeni za govor ali podatke, in od teh en kontrolni kanal, ki spet prevzame vlogo sinhronizacije ter prenosa podatkov, kratkih sporočil SDS ter statusnih sporočil.



Slika 8: Radijsko omrežje TETRA (vir: Kompas telekomunikacije, Študija funkcionalnih radijskih zvez na Aerodromu Ljubljana)

Sistem radijskih zvez TETRA deluje tudi v direktnem načinu delovanja, kjer radijski terminal deluje neodvisno od infrastrukture. Terminali se v tem načinu obnašajo tako kot konvencionalni analogni terminali. Še vedno delujejo v digitalnem načinu, vendar

brez vseh dodatnih storitev (SDS, statusna sporočila, predaja klica ...). DMO način je uporaben na področjih zunaj pokrivanja bazne postaje (infrastrukture). Nekatera terminalna oprema je zmožna delovati v obeh načinih hkrati. Tako lahko uporabnik, ki je v območju pokrivanja bazne postaje z radijskim signalom, komunicira tudi z uporabniki zunaj dometa. DMO način dela je predvsem uporaben ob izpadu bazne postaje ali pri komuniciranju uporabnikov znotraj pokritosti sistema, kjer je pokritost slabša, ali pa kjer delovanje po sistemu TETRA ni zaželeno. Domet radijskih terminalov v DMO načinu je od nekaj 100 metrov do nekaj kilometrov in je odvisno od konfiguracije terena.

Infrastrukturo sistema TETRA tvorijo:

- bazna postaja (1,2,3,4 ... nosilci)
- TETRA terminali (ročne, mobilne, fiksne radijske postaje)
- center za koordinacijo prometa
- aplikacija za upravljanje omrežja.

Sistem TETRA omogoča daljinske in dopolnilne storitve.

Daljinske storitve:

- individualni poldupleksni klic
- individualni polnodupleksni klic
- skupinski klic
- razpršeni klic

Dopolnilne storitve:

- klic v sili
- dostopovna prioriteta
- naknadni vstop v zvezo
- dinamično dodeljevanje skupinskih števil – vključevanje več skupin ali posameznih uporabnikov v eno skupino
- poslušanje okolice
- klic v druga obstoječa omrežja
- prednostni klic
- sprejetje klica iz drugih obstoječih omrežij
- pošiljanje kratkih sporočil SDS
- pošiljanje statusnih sporočil (možnih je 32.000)
- prenos paketnih podatkov
- prikaz identitete kličočega/klicanega
- omejitev identitete kličočega/klicanega
- identifikacija govorečega
- brezpogojna preusmeritev (podaja) klica
- preusmeritev klica ob zasedenosti
- preusmeritev klica, ko ni odziva
- preusmeritev klica, ko uporabnik ni dosegljiv
- onemogočenje terminalov (v aplikaciji za upravljanje omrežja).

Za uporabo sistemov TETRA je prav tako potrebno radijsko dovoljenje. Sistem ni združljiv z analognim sistemom, zato je v prvi fazi delovanja potrebna postavitve vsaj ene bazne postaje, vključno z nekaj terminali oziroma postavitve sistema glede

na potrebe in zahteve naročnika. Sistem je modularen in s tega vidika ne pomeni težav. Potrebno pa je skrbno načrtovanje frekvenčnih nosilcev (izogibanje interferencam), števila uporabnikov sistema, količine podatkovnega prometa in povezave v druga omrežja (telefonsko, mobilno, Wimax, Dect ...).

4.2 SISTEM RADIJSKIH ZVEZ DMR

Študija funkcionalnih radijskih zvez na Aerodromu Ljubljana opredeljuje sistem DMR takole: »DMR je digitalni sistem, ki močno spominja na konvencionalni sistem. Komunikacija med terminali ravno tako poteka direktno ali prek repetitorja. Terminali so podobnih oblik in velikosti ter s popolnoma enako funkcionalno dodatno opremo. Prva razlika, ki jo opazimo, je večja spektralna učinkovitost. Na enem frekvenčnem nosilcu pasovne širine 12,5 KHz se pri komunikaciji ustvarita dva enakovredna kanala oziroma nosilca, širine 6,25 KHz. Takemu kanalu pravimo tudi »slot« oziroma časovno okno. Praktično pa to pomeni dva istočasna pogovora na eni frekvenci in 50 % več prenosne zmogljivosti glede na analogne sisteme. Na sliki 3 je prikazana primerjava izrabe kanala pri analognem in digitalnem radiu.« (Kompas telekomunikacije, d. o. o., 2007)

Pri tem so različne možnosti:

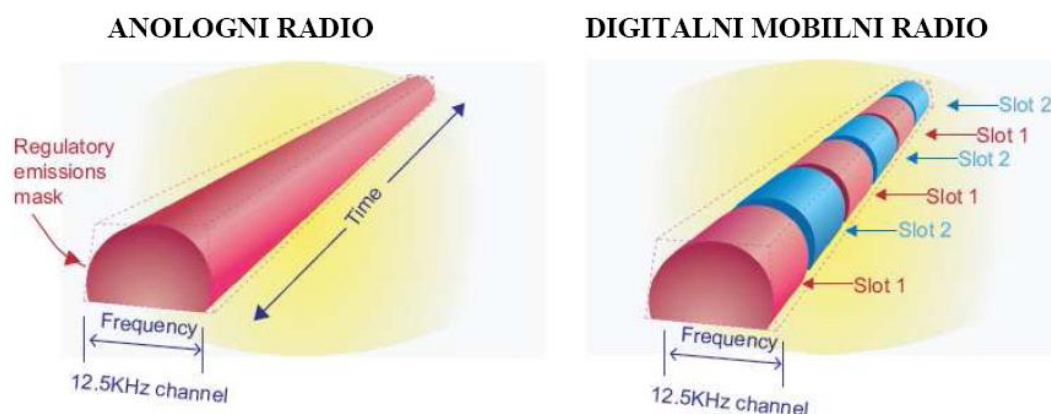
- istočasna poldupleksna komunikacija med dvema neodvisnima skupinama ali udeležencema
- polnodupleksna zveza med dvema udeležencema
- medtem ko dva udeleženca komunicirata po enem časovnem oknu, se po drugem hkrati prenašajo podatki (kratka sporočila SDS, telemetrija ...)
- prenos podatkov po obeh časovnih oknih istočasno.

Terminalna oprema omogoča naslednje dodatne storitve:

- individualni klic
- skupinski klic
- pošiljanje kratkih sporočil
- prikaz identitete kličočega/klicanega
- prenos paketnih podatkov
- možen poznejši vstop v zvezo
- prednostni klic
- telemetrija.

Sistem DMR uporablja tehnologijo časovnega sodostopa, na radijskih kanalih pasovne širine 12,5 kHz. Za sistem je uporabljena štirinivojska fazna digitalna modulacija. Najvišja teoretična hitrost prenosa podatkov je 25 kbit/s, vendar ker kanala ni mogoče v celoti zasesti, znaša bruto hitrost 19,2 kbit/s. Če odštejemo še signalizacijo, ostane za prenos podatkov hitrost 14,3 kbit/s. Za uporabo DMR sistemov je potrebno radijsko dovoljenje. Zadostuje obstoječe APEK-ovo (Agencija za Pošto in elektronske komunikacije) dovoljenje z manjšim administrativnim popravkom glede širine kanala na 12,5 KHz in vrste oddajne emisije. Radijski terminali delujejo v enakem frekvenčnem območju kot konvencionalni, to je v VHF in UHF frekvenčnem območju. Zelo pomembna lastnost radijskega sistema DMR je združljivost z analognim sistemom v prvi fazi delovanja. Omogoča počasen prehod

iz analogne tehnologije v digitalno, saj lahko vsa terminalska oprema (vključno z repetitorjem, če je prisoten v sistemu) deluje v »analognem režimu« toliko časa, kolikor so v sistemu uporabljene analogne radijske postaje. V tem primeru so možne konfiguracije, pri katerih so kombinirane tako analogne kot radijske postaje DMR in so v analognem načinu popolnoma združljive. Po zamenjavi vseh oziroma večine analognih terminalov pa je sistem smiselno rekonfigurirati v »digitalni režim« dela. Če se vzporedno z obstoječo mrežo gradi sistem DMR, je terminalska oprema DMR zmožna delovati v obeh sistemih hkrati, saj lahko uporabnik na terminalu izbira med predprogramiranimi analognimi ali digitalnimi kanali. Repetitor še ne zmore dinamičnega »preklopa« iz analognega v digitalni režim delovanja.



Slika 9: Delovanje sistema DMR (vir: Kompas telekomunikacije, Študija funkcionalnih radijskih zvez na Aerodromu Ljubljana)

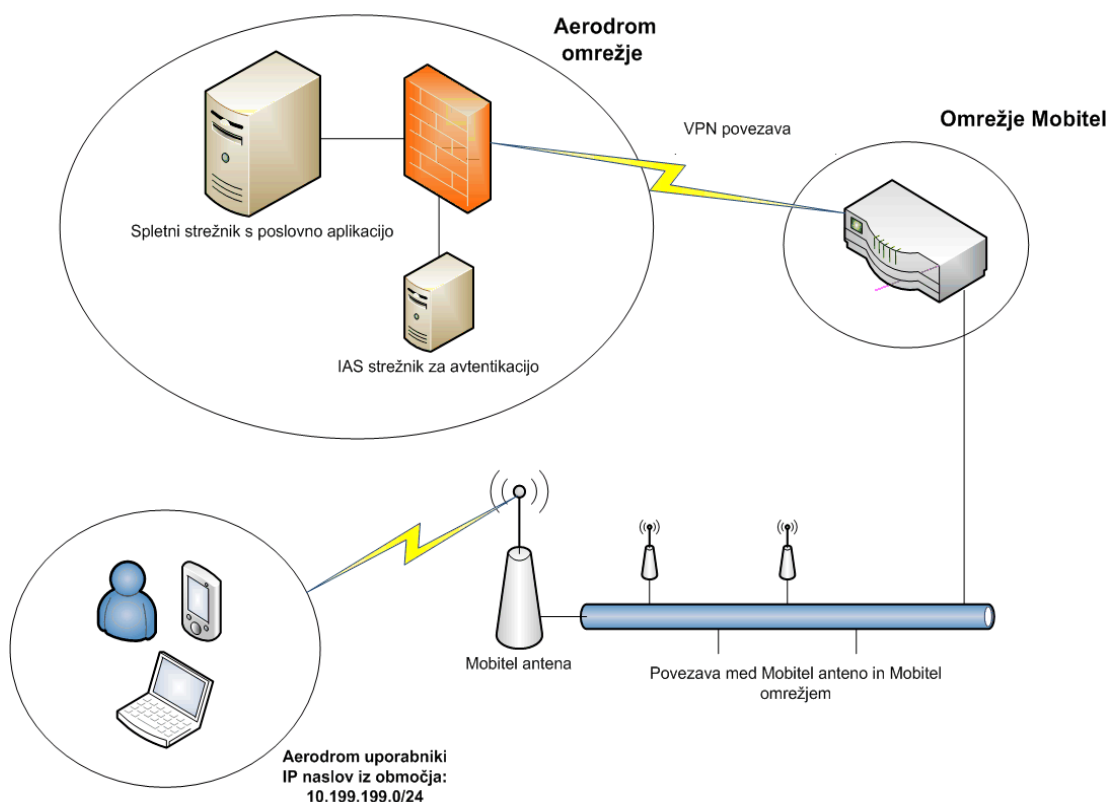
Digitalni mobilni radio uporablja arhitekturo časovnega sodostopa. Kanal je razdeljen na dve izmenični časovni okni in tako ustvari dva logična kanala na enem fizičnem kanalu, širine 12,5 kHz. Logična kanala sta medsebojno neodvisna. Radio, ki oddaja informacije na prvem logičnem kanalu, ne uporablja drugega logičnega kanala. Sprejemni radio pa na podlagi signalizacijskih informacij zazna, kateremu logičnemu kanalu pripada oddajna informacija. Analogni radio deluje na podlagi frekvenčnega sodostopa in za prenos enega kanala uporablja frekvenčni nosilec širine 12,5 kHz. Zasede celoten kanal, kar pomeni, da je za analogni radio potrebnih še enkrat več frekvenc in frekvenčnih dovoljenj kot v digitalnem mobilnem radiu. Digitalni mobilni radio podpira prenos kratkih tekstovnih sporočil v obliki SDS in statusnih sporočil ter informacijo o prenosu GPS lokacije. Na sliki 1 je prikazana primerjava analognega in digitalnega radia na področju avdio kakovosti. Avdio kakovost analognega radia linearno pada z močjo signala, medtem ko je pri digitalnem radiu avdio kakovost mnogo boljša in šum praktično ni slišen. Prvotni razlog za boljšo kakovost avdia pri DMR je uporaba različnih degradacijskih značilnosti sprotnega popravljanja napak. Šum iz ozadja (dež, veter, hrup itd.) je odstranjen, tako da je slišen samo govornik. Frekvenčno območje sistema DMR je definirano v območju od 403 MHz do 470 MHz za UHF območje in od 146 MHz do 174 MHz za VHF frekvenčno območje. Širina frekvenčnega nosilca je 12,5 kHz. Frekvenčni nosilec je razdeljen na dve enakovredni časovni okni pasovne širine

6,25 kHz, kar praktično pomeni podvojitev prenosne kapacitete oziroma dva istočasna poldupleksna pogovora na eni frekvenci.

4.3 MOBILE WAN

Rešitev opisuje način izmenjave podatkov med centralo in različnimi vozili na letališki ploščadi. Gre za izmenjavo podatkov, kjerkoli je zagotovljen signal mobilnega operaterja ter prenos podatkov.

Aerodrom Ljubljana d. d. in mobilni operater (npr. Mobitel) skleneta pogodbo o uporabi privatne APN (*Access Point Name*) povezave. Ko so dogovorjeni vsi ustrezni parametri, se med naročnikom in mobilnim operaterjem vzpostavi VPN- (*Virtual Private Network*) povezava. Po tej povezavi se varno prenašajo informacije med mobilnim operaterjem (uporabniki na ploščadi) ter strežniki v prostorih naročnika. Alternativa VPN-povezavi med mobilnim operaterjem in naročnikom je tudi optična ali najeta povezava.



Slika 10: Vzpostavitev povezave po WAN mobile omrežju (vir: Aerodrom Ljubljana, WLAN študija/mobile WAN)

Uporabnik sproži zahtevek za prijavo na omrežje, kjer se predstavi tudi s svojim zasebnim APN. Mobitel to zahtevo po VPN-povezavi posreduje strežniku (IAS), ki se nahaja v prostorih naročnika. Strežnik preveri, ali je uporabnik sporočil pravo uporabniško ime in geslo ter ali se ima pravico prijaviti v sistem. Če je uporabnik posredoval pravo uporabniško ime in geslo ter ne obstajajo nobene druge omejitve,

IAS uporabniku dodeli zasebni IP (*Internet Protocol*) naslov. Ko ima uporabnik dodeljen IP naslov, lahko dostopa do storitev v omrežju naročnika. Do katerih strežnikov oz. storitev lahko uporabnik dostopa, določi sistemski skrbnik, in sicer na strani požarnega zidu.

Prednosti:

- hitra vzpostavitev delovanja sistema
- rešitev v celoti pokriva celotno območje letališča
- velika varnost prenosa podatkov
- naročnik ima popoln nadzor nad odjemalci, ki dostopajo do strežnikov v prostorih naročnika
- naročnik lahko prekliče katerokoli uporabniško ime in s tem prepreči nadaljnji dostop do oddaljenih strežnikov v prostorih naročnika; naročnik sam določa, do katerih storitev (strežnikov) ima dostop posamezna skupina uporabnikov, ki bodo do strežnikov dostopali iz vozil na ploščadi (ločevanje skupin uporabnikov)
- upravljanje strežnika je pod popolnim nadzorom naročnika; mobilni operater nima dostopa do strežnika
- požarni zid lahko na podlagi izvirnega IP naslova omogoči dostop do spletnega strežnika samo uporabnikom iz IP območja
- možnost hitre razširitve uporabe sistema Mobitel APN
- varni oddaljeni dostopi do omrežja za sistemske skrbnike povesod, kjer je zagotovljen signal in prenos podatkov
- pošiljanje informacij po postavljeni infrastrukturi o poziciji vozila na ploščadi – GPS (zahteva dodatno strojno opremo v vozilih)
- nizki zagonski stroški sistema.

Slabosti:

- izpad sistema mobilnega operaterja
- možnost izmenjave podatkov le tam, kjer je zagotovljen signal mobilnega operaterja
- del politike in procesov varovanja moramo zaupati mobilnemu operaterju.

Referenčna oprema Mobitel APN:

- DARS: vozila za izvajanje nadzora uporabe vinjet
- PETROL: cisterne za dostavo goriva
- BANKE: bankomati (rezervna povezava za bančne avtomate)
- avtomati za hrano in pijačo (sporočanje stanja avtomata)

4.4 WLAN BREŽIČNO OMREŽJE

Brezžična Wi-Fi Mesh tehnologija omogoča postavitve zmogljivega WLAN omrežja brez potrebe po prisotnosti Ethernet ožičenja na lokacijah dostopnih točk. Vsaka dostopna točka v omrežju deluje kot brezžično vozlišče znotraj omrežja. Zmogljiva

antenska tehnologija določi najboljšo možno pot signala od vstopne točke v omrežju do končne dostopne točke, ki ji je signal namenjen. Enotno omrežje se dinamično odziva na morebitne izpade, motnje ali potencialne napade in se samo adaptira, če je to mogoče. Če postane posamezna povezava prezasedena, je dostopna točka zmožna dinamično poiskati boljšo pot do omrežja in bo v ta namen promet preusmerila po drugi, bolj optimalni poti. Sistem omogoča izvajanje preverjanja uporabnikov na avtentikacijskem strežniku in šifriranje podatkov na brezžičnem delu omrežja v skladu s standardom 802.11x.



Slika 11: Shema sistema WLAN brezžičnega omrežja (vir: Aerodrom Ljubljana, WLAN študija/mobile WAN)

Prednosti:

- preprosta implementacija: dostopne točke se dodajajo na poljubno lokacijo in se povežejo v omrežje brez dodatne konfiguracije.
- nadzor sistema: enotna točka nadzora in politike dostopa do omrežja.
- varnost sistema: kriptiran promet med dostopnimi točkami in kontrolorjem, za administratorje sistema pa je omogočeno kreiranje varnostnih politik za različne tipe uporabnikov.
- zanesljivost sistema: oprema je zaščitena pred vremenskimi pogoji, hkrati pa omogoča iskanje najbolj optimalne poti v omrežju.
- zmogljivost sistema: brezžično omrežje omogoča visoko zmogljivost z dinamičnim protokolom za optimizacijo poti in pri tem razbremenitev vmesnikov.
- prilagodljivost sistema: dostopne točke omogočajo dvomodularno delovanje, hkrati pa namestitev več WLAN-profilov na eni dostopni točki.
- mobilnost: uporabnikom je omogočen prehod med različnimi dostopnimi točkami in celo prehod med kontrolorji brez prekinitve povezave.

Slabosti:

- visoki zagonski stroški.

V praksi to pomeni sledeče: zaradi dostopa do brezžičnega omrežja na letališki ploščadi bi vsi uporabniki sistema FIDS, s pomočjo opreme v vozilih, lahko dostopali do informacij sami in brez uporabe radijskih zvez. S tem bi se sprostilo nemalo prostora v časovnem okvirju uporabe radijske zveze in bi le-te lahko uporabljali zgolj za reševanje nujnih primerov, ki jih ne zapisujejo v FIDS.

Kontrolor oskrbe bi za posamezno letalo označil, kaj potrebuje (gorivo, pitno vodo, vozilo za prevoz potnikov s posebnimi potrebami, v zimskem času razledenitev ...), posamezne službe, izvajalci storitev, pa bi sprejele in potrdile sprejem informacije v sistemu. Lahko se priredi interne prikaze FIDS za posamezne službe, tako da vsak izvajalec vidi le tisto, kar zadeva njega. Sočasno pa se v sistemu zapisujejo časi oddaje in prejema informacije, kar je pomembno za postavitve vrstnega reda in dobrodošlo v primeru reševanj sporov oz. nejasnosti pri oskrbi letala. Predvsem vidimo prednost v tem, da bi bila informacija, oddana enkrat, shranjena, in tisti, ki je informacijo oddal, ne bi čakal na povratno informacijo, temveč bi opravljal svoje delo naprej, ko pa bi prejemnik potrdil prejem informacije ali zahtevka, bi se ta izpisal na ekranu. Z vsem tem pa lahko zadostimo tudi strogim varnostnim zahtevam, saj bi informacije vedno dosegle ciljno skupino in se ne bi izgubile v množici drugih informacij, oddanih in sprejetih po radijskih zvezah.

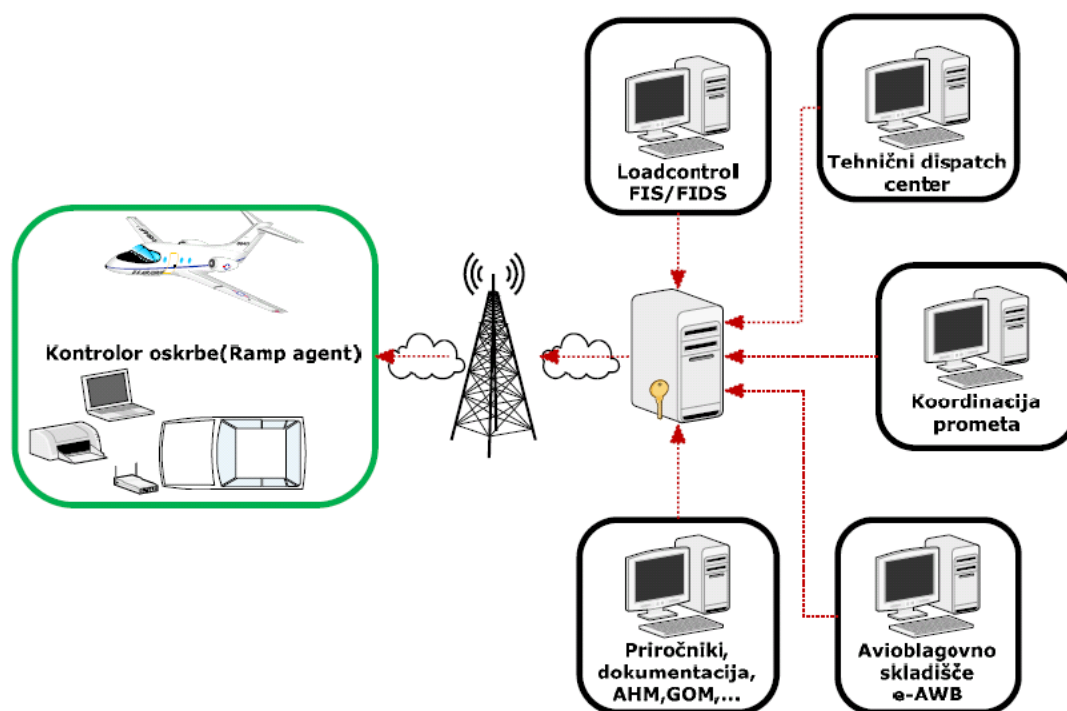
Za primer naj prikažemo nekaj ključnih uporabnikov, ki so vpleteni v pretok informacij in je pomemben njihov odzivni čas, kot tudi točnost informacije.

Kontrolor oskrbe letal

Kontrolor oskrbe letal je neposredna vez med posadko letala in operativnimi službami letališča. Kot je bilo že omenjeno, je zahtevana njegova čim večja prisotnost pri letalu. Težava je, ker trenutna tehnologija dela zahteva stalno pot od letala do pisarne. Ob predpostavki, da informacije oddaja in pridobiva po radijskih

zvezah, (primer je prikazan zgoraj, slika 7) še vedno opravi najmanj šest poti na letalo in nazaj. Ker je za ljubljanski promet neekonomično, da ima vsako letalo svojega kontrolorja, se v prometnih konicah zgodi, da ima en kontrolor oskrbo dveh ali treh letal hkrati. Tako se časovno zmanjša njegova prisotnost pri posameznem letalu, kar pomeni slabšo kakovost dela, varnost pa je na meji dovoljenega. Z uvedbo brezžičnega sistema WiFi bi kontrolorju v vozilo priklopili računalnik s tiskalnikom, kar bi pri osnovni oskrbi letala pomenilo eno pot na letalo in eno nazaj, torej bi bil praktično ves čas pri letalu. Vsi uporabniki bi vnašali podatke v FIDS in sistem DCS za prijavo potnikov, kontrolor pa bi vso dokumentacijo pregledal in natisnil v vozilu pri letalu. S tem bi imel ves čas pregled nad dogajanjem v sistemu za uravnoteženost letala, nad stanjem prijavljenih potnikov in prijavljene prtljage ter tovara na let. Tudi v primeru oskrbe več letal sočasno bi bila prisotnost še vedno zadostna, predvsem pa večja kot v trenutnem sistemu.

Najpomembneje pa je, da bi se zaradi pridobljenih informacij po računalniku v vozilu bistveno zmanjšala komunikacija po radijskih zvezah, ki je zdaj nujna za tekočo oskrbo letala.



Slika 12: Pretok informacij za kontrolorja oskrbe letala (vir: Aerodrom Ljubljana, WLAN študija/mobile WAN)

Tehnično-gasilska služba

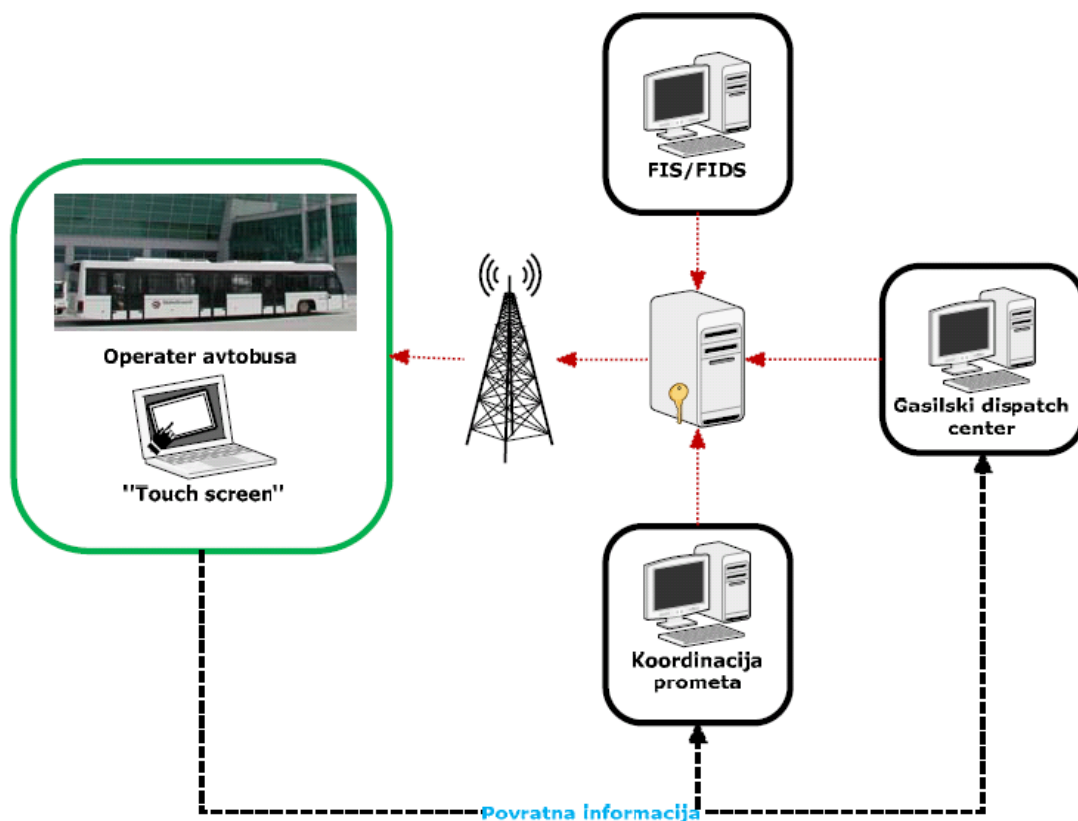
Naslednji uporabniki, za katere je sistem pridobitev, je tehnično-gasilska služba. Tehniki v tem oddelku so vozniki avtobusov za prevoz potnikov. Dežurni v tehničnem delu službe vsakokrat javi, kam potrebuje avtobus za prihod letala in ali je letalo iz šengenskega ali nešengenskega območja. Voznik se po postaji javi in

potrdi prejeto informacijo. Ob prometni konici dostikrat ne sliši namenjene mu informacije in posledično se komunikacija med njima podvoji.

Ob odhodu letala koordinator prometa javi, na kateri izhod in za katero pozicijo potrebuje avtobus. Spet mu voznik potrdi prejeto informacijo in se odpelje na izhod za potnike. Ko je na izhodu, to javi v koordinacijo, in koordinator mu to ponovno potrdi. Spet nastane težava, da en sogovornik ne sliši oz. ne sprejme informacije, in vsa procedura se ponovi.

S sistemom WiFi bi v avtobuse namestili opremo, kjer bi se vozniku ob prihodu in odhodu na ekranu prikazala informacija, kje je potreben avtobus, voznik bi to potrdil, v FIDS-u pa bi se izpisalo, da je avtobus potrjen in kateri.

Enako opremo bi namestili v vozila *follow me* za potrebe parkiranja letal.

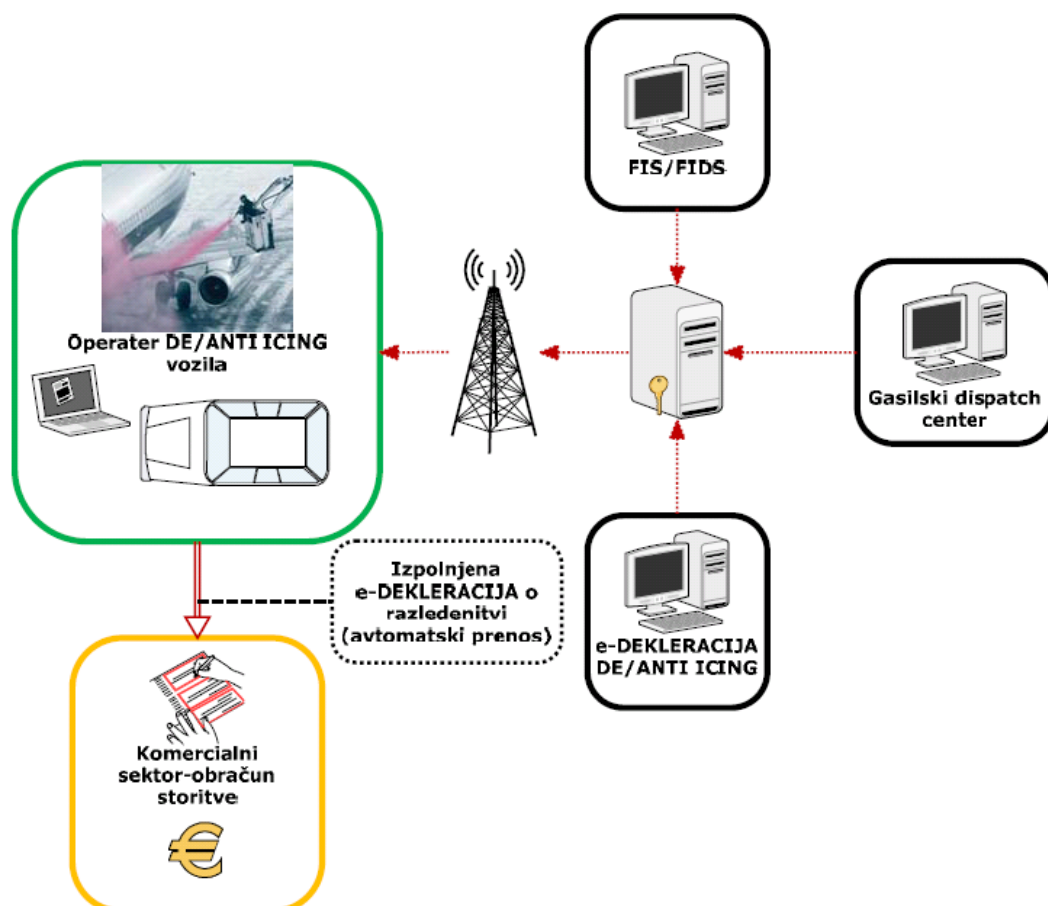


Slika 13: Shema pretoka za tehnično-gasilsko službo (vir: Aerodrom Ljubljana, WLAN študija/mobile WAN)

Razledenitev letala

Tretji primer je razledenitev letal v zimskem času. Voznik vozila od koordinacije po radijski zvezi dobi obvestilo, da letalo potrebuje razledenitev. Ko se letalo pripelje na pozicijo za razledenitev, se začne postopek. V trenutnem sistemu voznik iz računalnika v vozilu prebere, kakšna je količina porabljenega sredstva za razledenitev in količina vode. Podatke ročno prepiše na obrazec, potem pa vse

izpolnjene obrazce odnese v komercialni sektor, kjer prevozniku obračunajo stroške. V novem sistemu bi se izognili ročnemu prepisovanju in bi bistveno zmanjšali možnost napake. Podatki bi se iz računalnika, ki nadzira količino porabljenih sredstev, po brezžičnem omrežju samodejno prenesli v sistem za obračunavanje stroškov.



Slika 14: Sistem pretoka v primeru razledenitve letal (vir: Aerodrom Ljubljana, WLAN študija/mobile WAN)

5 ŠTUDIJA UPRAVIČENOSTI UVEDBE NOVEGA SISTEMA ZA KOMUNIKACIJO

Nakup tovrstne opreme vedno pomeni strošek za podjetje, ki ga ni možno neposredno zaračunati stranki. Vendar sta dva razloga za nakup drage opreme za posodobitev sistema. Ob dejstvu, da bi takšen sistem pripomogel predvsem k izboljšanju varnosti in kakovostnejši storitvi, je očitna zastarelost obstoječega sistema, ki zahteva več servisa ob skoraj nikakršni izboljšavi.

Novembra 1997 je bil izdelan idejni projekt razvoja funkcionalnih zvez za Aerodrom Ljubljana d. d. Predstavljenih je bilo nekaj sistemov, ki so bili v tem času aktualni in so imeli precej prednosti pred konvencionalnim. Danes, 12 let pozneje, je narejena zanimiva primerjava med takratnim stanjem (leta 1997) in danes.

- Uporabljen ni bil noben od predstavljenih sistemov radijskih zvez, temveč je bila opravljena le postopna zamenjava konvencionalne terminalne opreme (25 KHz–12,5 KHz).
- Število radijskih terminalov se je v nekaterih službah na letališču več kot podvojilo.
- Število radijskih terminalov se je povečalo za 100, na skupno 236 terminalov.
- Število frekvenčnih kanalov se je povečalo le za en dupleksni kanal na UHF frekvenčnem območju.
- V radijskem sistemu je skupno 13 kanalov in dva repetitorja.
- Vsaj 50 % uporabnikov komunicira po repetitorju.
- Po zgraditvi novega potniškega terminala v začetku leta 2007 se je pojavila potreba po boljši pokritosti signala v notranjosti objekta in okolici.
- Postavitev novih antenskih stolpov in prestavitev anten na »višjo« lokacijo.
- Postavitev novega repetitorja.
- V planu je večanje letaliških kapacitet in s tem posredno tudi pokrivanje objektov z radijskim signalom ter novimi uporabniki radijskega sistema.
- Ves radijski promet se snema s snemalno napravo.
- Koordinator prometa, ki je zadolžen za posredovanje in koordinacijo med zvezami in postopki, mora spremljati več radijskih zvez hkrati, kar z vidika varnosti ni zadovoljiva rešitev.

Drugi argument za upravičenost pa je finančna prednost nakupa. Le-ta lažje upraviči nakup za posodobitev opreme. Najlažje jo izračunamo na primeru dela kontrolorja oskrbe letal:

1. boljši nadzor nad operativnimi procesi pri oskrbi letal; stalna prisotnost kontrolorja oskrbe; hitrejše spremembe in s tem manjša možnost zamud;
2. občutno manjša obremenitev radijskih frekvenc;
3. dnevna izguba časa:
 - 6 letal/dan x 10 min. = 60 min. x 6 kontrolorjev oskrbe = 360 min.
 - 5 letal/noč x 10 min. = 50 min. x 3 kontrolorji oskrbe = 150 min.
 - Skupaj na leto = (360 min. + 150 min.) x 360 dni = 183.600 min. oz. 3.060 ur
4. vsaj en (1) zaposleni manj (cca 26.400,00 EUR/leto);

5. manjša izguba časa zaradi dostave letalskih dokumentov: kot so npr. plan letenja, vremenski podatki, *Notam*, *Load Instruction Report (LIR)*, *Loadsheet information*, *Loadsheet*, Generalna deklaracija, tovorni dokumenti oziroma manifesti itn.

6. manjša poraba goriva:

- voznik *Loadcontrol* na leto v povprečju porabi 16.000 litrov goriva²;
- prihranek goriva zaradi zmanjšanja števila voženj je vsaj polovičen, to je cca. 8.000 EUR letno;

7. manjša obremenitev vozil;

8. vpis podatkov v FIS in preverjanje prihodnih podatkov (LDM ...) neposredno na letališki ploščadi; razbremenitev delovnega okolja v prostorih *Loadcontrol*, ki se spoprijema s prostorskimi problemi.

Možni prihranki:

- strošek 1 kontrolorja oskrbe 26.400,00 EUR /leto
- prihranek pri gorivu 8.000,00 EUR /leto
- strošek 1 delovne opreme 500,00 EUR/leto
- skupaj prihranek 34.900,00 EUR /leto.

V Aerodromu Ljubljana d. d. so ponudnike, ki prodajajo opremo za brezžično tehnologijo, prosili za ponudbo za nakup opreme. Od treh ponudnikov je srednja vrednost nakupa strojne opreme približno 35.000 evrov, s čimer bi lahko vzpostavili brezžično omrežje na ploščadi. Vrednost strojne in programske opreme, ki je potrebna za namestitev v vozila, je ocenjena na 20.000 evrov za pet vozil. V prvem delu bi bilo treba opremiti približno 20 vozil, kar pomeni skupen strošek 80.000 evrov. Skupaj z opremo za omrežje na ploščadi bi bila začetna naložba približno 115.000 evrov. Glede na izračun, koliko bi letno lahko prihranili samo v službi *Loadcontrol*, lahko ugotovimo, da bi se naložba povrnila v treh letih.

Najpomembneje pa je, da tukaj ni možen izračun vrednosti, pridobljene iz naslova varnost in hitrost oskrbe letal. Kot je bilo že omenjeno, se ta dva parametra prikazeta v kakovosti storitev ponudnika v daljšem obdobju, ko so odjemalci zadovoljni s storitvijo.

² V letu 2009 se je povečala glavna letališka ploščad, zato bodo ti stroški goriva poskočili za 15 do 20 %.

6 SKLEPI

V diplomski nalogi smo opisali problematiko komunikacije operativnih služb podjetja Aerodrom Ljubljana d. d. Razmere smo preučili predvsem z vidika delovnega mesta koordinator prometa, zaradi narave dela pa smo povezali celotno situacijo z delovnim mestom kontrolorja oskrbe letal. Po naši oceni sta ti dve delovni mesti najbolj vpleteni v pretok informacij.

Predstavljeni so štiri različni sistemi, ki imajo vsak svoje prednosti in slabosti. Skupno vsem je, da ponujajo možnost izboljšanja obstoječega sistema komunikacije na Letališču Jožeta Pučnika.

Sistema TETRA in DMR sta nekakšna nadgradnja analognih radijskih zvez. Nadgrajena sta tako, da posežeta v delovanje sistema GSM, oba sta nedvomno preverjena in imata tudi močno referenčno listo. Vendar po našem mnenju nista najprimernejša glede na trenutno tehnologijo, ki obstaja v svetu. Sistema TETRA in DMR po naši oceni zagotavljata boljši in kakovostnejši prenos informacij na govorni način. Menimo, da to sicer pomeni zmogljivejše povezave, vendar bi koordinatorju prometa sistem naložil morda celo več dela z upravljanjem ekrana, na katerem se določajo skupine prejemnikov informacij. V trenutni situaciji so informacije mešajo na šestih do osmih radijskih zvezah, v različnih kombinacijah in različnih količinah. Formiranje skupin v sistemu bi bilo preobsežno in bi vzelo preveč potrebnega časa. Prednosti so v boljših zvezah nove generacije, vendar sta slabosti odvisnost od enega proizvajalca sistemov in nezadostna zmogljivost paketnega prenosa podatkov.

WAN mobile sistem je bistveno bliže potrebam letališča, saj omogoča tako govorno kot spletno komunikacijo, vendar je spet preveč odvisen od zunanjega partnerja, tj. mobilnega operaterja. Tovrsten sistem nadgradnje obstoječega stanja je sicer po grobih ocenah finančno najugodnejši, vendar, kot je bilo že omenjeno, zahteva preveliko odvisnost od tretje osebe, menimo pa tudi, da v prihodnosti ne bo zadostoval za razvoj prometa na Letališču Jožeta Pučnika.

Sistem WLAN brezžično omrežje je sistem, ki smo ga že na začetku raziskave ocenili kot najprimernejšega. Brezžično omrežje je vzpostavljeno v potniškem terminalu letališča in bi sama nadgradnja pomenila širitev sistema na ploščad. Slabost predlagane rešitve je velik finančni vložek, ki je potreben za zagon, vendar menimo, da je dolgoročna korist podjetja največja izmed izbranih možnih rešitev. Od vseh štirih možnosti brezžično omrežje pozna najmanj omejitev v razvoju. Tako kot je še ne dolgo tega internet veljal za nekaj novega, neznanega, menimo, da brezžično omrežje šele začenja svoj pravi razvoj, ne glede na že znane zmogljivosti.

Oskrba vsakega posameznega letala zahteva veliko količino informacij. Pretok letih je po našem mnenju nujno treba preseliti na drugačne sisteme, saj v trenutku, ko želi več uporabnikov hkrati uporabiti radijsko zvezo, to ni možno.

Trenutna težava je, da nekatere informacije ne dosežejo pravočasno cilja. Kot smo že omenili, bi se paketni prenos podatkov lahko preselil na sistem pretoka po

brežžičnem omrežju, s čimer bi zagotovili dodatno varnost oz. jamstvo za to, da bi informacija dosegla cilj.

Ne zdi se nam nujno nadgrajevati radijske zveze, nujno se nam zdi spremeniti tehnologijo dela s spremembo informacijske infrastrukture.

Aerodrom Ljubljana d. d. je tržno podjetje, ki si utrjuje in širi prostor v svojem okolju. V trenutnih gospodarskih razmerah je treba optimizirati naložbe, vendar so pri Aerodromu zavezani k razvoju kakovosti storitev. Čeprav potniki in letalski prevozniki morda ne bodo opazili predlaganih ali celo nujnih sprememb za izboljšanje komunikacije, se bo to nedvomno poznalo pri kakovosti opravljenega dela. Posredno pa jo bo zaznali tudi odjemalci storitev.

LITERATURA IN VIRI

Aerodrom Ljubljana, d. d., Arhivska dokumentacija

Aerodrom Ljubljana, d. d., WLAN študija / Mobile WAN, Služba za tehnologijo prometa (2009)

Kompas telekomunikacije, d. o. o., Študija funkcionalnih radijskih zvez na Aerodromu Ljubljana, d. d. (2007)

Spletne strani:

Vsebina spletne strani. <http://www.lju-airport.si>, 13. september 2009

KAZALO SLIK

Slika 1: Prometno-informacijski program	7
Slika 2: Komunikacijsko povezane službe	9
Slika 3: Interni prikaz informacij.....	10
Slika 4: Odhodni MVT	11
Slika 5: Prihodni MVT	11
Slika 6: Orodna vrstica za spremembo aktivnosti leta in informacij v FIS-u.....	13
Slika 7: Število voženj kontrolorja na letalo za posamezen odhod	15
Slika 8: Radijsko omrežje TETRA	17
Slika 9: Delovanje sistema DMR	20
Slika 10: Vzpostavitev povezave po WAN mobile omrežju	21
Slika 11: Shema sistema WLAN brezžičnega omrežja.....	23
Slika 12: Pretok informacij za kontrolorja oskrbe letala	25
Slika 13: Shema pretoka za tehnično-gasilsko službo.....	26
Slika 14: Sistem pretoka v primeru razledenitve letal	27

POJMOVNIK

Vozilo <i>follow me</i> :	letališko vozilo, ki se uporablja za zemeljsko vodenje letal na določeno točko
Intermoni:	informacijski prikaz z omejenimi podatki, namenjen določeni službi na letališču
CAT II/III:	mednarodna oznaka za instrumentalni sistem za vodenje letal
Loadcontrol:	služba za obremenitev in uravnoteženost letal, kjer so zaposleni kontrolorji oskrbe letal
Loadsheets:	lista obremenitve in uravnoteženosti letala, ki jo izdelajo kontrolorji oskrbe letal
De/anti icing:	razledenitev letala v zimskem času
Notam:	obvestilo za pilote, ki ga izda Kontrola zračnega prometa Slovenije in vsebuje podatke o namembnem letališču in posebnostih na poti letala

KRATICE

WLAN:	brezžično spletno omrežje (wireless local area network)
WAN:	brezžično mobilno omrežje (wireless area network)
FIDS:	prometno-informacijski program (flight information display system)
MVT:	operativno sporočilo o premiku letala (movement message)
PTM:	operativno sporočilo o transfernih potnikih (passenger transfer message)
PSM:	operativno sporočilo o posebnih potnikih (passenger special message)
LDM:	operativno sporočilo o potnikih in tovoru na letalu (load distribution message)
DCS:	program za izdelavo liste obremenitve in uravnoteženosti letala